Onderzoek onderwijs-arbeidsmarkt drone-industrie 2026

Eindrapport voor Dutch Drone Delta

Auteurs
Kees Hagens
Femke Konings

kenmerk: R2512-5
datum: 24 augustus 2026
contactpersoon: Kees Hagens
contact gegevens k.hagens@rijnlandadvies.nl 06 250 80 270

Inhoudsopgave pagina

1.	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel van het onderzoek	1
1.3	Beoogd resultaat	1
1.4	Dit rapport	2
2.	De omvang van de werkgelegenheid nu en in de toekomst	3
2.1	Definitie werkgelegenheid drone-industrie	3
2.2	De werkgelegenheid	3
2.3	Overige drone-gerelateerde werkgelegenheid	4
2.4	Toekomstverwachting	4
2.4.1	Algemeen	4
2.4.2	Prognose van de werkgelegenheidsontwikkeling t/m 2030	6
2.4.3	Verwachting van de werkgelegenheidsontwikkeling op lange termijn	6
3.	Functies en loopbaanpaden	8
3.1	Functies/beroepen in de UAS-markt, op mbo-, hbo- en wo-niveau	8
3.2	Loopbaanpaden	9
3.2.1	Technici	9
3.2.2	Software engineer	10
3.2.3	Data-analist	10
3.2.4	Operations	11
3.2.5	Overig advies en onderzoek	12
3.2.6	Drone air traffic software engineer	12
4.	Het opleidingsaanbod	13
4.1	Het opleidingsaanbod in het mbo	13
4.2	Het opleidingsaanbod in het hbo en het wo	15
4.2.1	Algemeen	15
4.2.2	Relevante opleidingen in het hbo	15
4.2.3	Relevante opleidingen in het wo	17
4.3	Overige opleidingsactiviteiten	18
4.4	Ontwikkelingen in het netwerk van het beroepsonderwijs	18
5.	Advies over de beroepsopleidingen	20
5.1	Conclusies over vraag en aanbod	20
5.2	Advies	23
Bijlage 1.	Functies in de drone-industrie	27
1.1	Algemene beschrijving en functienamen	27
1.2	Beschrijving per functie	27
1.2.1	Drone engineer/ontwerper/adviseur	27
1.2.2	Drone technicus	31
1.2.3	Assembleur	33
1.2.4	USV technician	37
1.2.5	Overig advies en onderzoek	40
1.2.6	Software engineer	43
1.2.7	Data-analist	50
1.2.8	Operations	55
1.2.9	Drone air traffic software engineer	70
Bijlage 2.	Begeleidingscommissie en geraadpleegde deskundigen	74

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Consortium Dutch Drone Delta (DDD) heeft de ambitie een voortrekkersrol te spelen in de verdere ontwikkeling van het UAS ecosysteem in Nederland. Hierin werkt DDD de samen met het programma DroneBoost van het ministerie van I&W. In DroneBoost zetten vijf overheden/ organisaties zich in voor het doorontwikkelen van het drone ecosysteem langs vijf maatschappelijke use-cases: zorglogistiek, Haven- en offshorelogistiek, Hulpdiensten en toezicht, Landbouw en Defensie.

Human Capital is een van de projecten die de doorontwikkeling mede mogelijk moeten maken. Het doel van de agenda is een netwerk van opleidingen en faciliteiten te creëren om de dronesector te voorzien van goed opgeleid personeel. Voor het opzetten en onderhouden van deze Human Capital agenda is het nodig om structureel inzicht te hebben in de kwalitatieve en kwantitatieve arbeidsmarktbehoefte van de bedrijven die actief zijn in de UAS sector.

In 2022/2023 is een eerste arbeidsmarktonderzoek uitgevoerd door Rijnland Advies. Inmiddels wil DDD opnieuw een arbeidsmarktonderzoek laten uitvoeren, met de aanvulling dat het nieuwe onderzoek ook inzicht moet geven in de hbo en wo beroepen en de arbeidsmarktrelevantie daarvan. Ook is de wens om het onderzoek zo in te richten dat het gebruikt kan worden als een structurele arbeidsmarktmonitor dat de Human Capital Agenda voor deze sector op regelmatige basis kan voeden en bijstellen.

1.2 Doelen van het onderzoek

- Gekwantificeerd inzicht verkrijgen in de actuele en toekomstige arbeidsmarktbehoefte binnen de UAS-sector, vastgelegd in een structurele arbeidsmarktmonitor;
- Kwalitatief inzicht verkrijgen per opleidingsniveau (mbo, hbo, wo) in de benodigde kritische beroepscompetenties voor de UAS sector, inclusief de vaardigheden voor skilling, upskilling en reskilling van professionals, afgestemd op nationale en Europese initiatieven zoals skillspaspoorten en microcredentials;
- Het in 2022/2023 uitgevoerde arbeidsmarktonderzoek ombouwen naar een structurele arbeidsmarktmonitor;
- Bijdragen aan de bewustwording van de jonge generatie over kansen/bedreigingen UAS gebruik.

1.3 Beoogd resultaat

Dit onderzoek moet het volgende opleveren.

1. Actualisatie van het uitgevoerde arbeidsmarktonderzoek uit 2022/2023
- Kwantitatief: een inschatting van de actuele en toekomstige behoefte aan personeel.
- Kwalitatief: een helder beeld van de functies/beroepen met de kritische beroepscompetenties voor de ontwikkeling van de UAS-markt (mbo/hbo/wo) en benodigde wettelijke beroepsvereisten;
- Beeld van de (toekomstige) ontwikkelingen die spelen in deze functies/beroepen die effect hebben op het uitvoeren hiervan;
- Schets van de mogelijke loopbaanpaden binnen de UAS-sector (horizontale en verticale doorstroom, zijinstroom binnen en buiten bedrijven);

2. Gerichte aanbevelingen om onderwijs goed te laten aansluiten op behoeften van de UAS-markt.

1.4 Dit rapport

Paragraaf 2 geeft een schatting van de huidige omvang van de bedrijvenpopulatie en werkgelegenheid. Ook wordt een prognose gemaakt van de werkgelegenheidsontwikkeling voor de komend vier jaar en wordt een verwachting geformuleerd voor de periode daarna. In paragraaf 3 worden de meest voorkomende functies in de drone-industrie op hoofdlijnen beschreven en worden de loopbaanpaden voor deze functies aangegeven. Een beschrijving in detail per functie is opgenomen in bijlage 1. Het aanbod van beroepsopleidingen in het mbo, het hbo en het wo wordt beschreven in paragraaf 4. In paragraaf 5 worden conclusies getrokken over de vraag en het aanbod op de arbeidsmarkt en wordt een advies geformuleerd voor de samenwerkende partijen over de beroepsopleidingen. Bijlage geeft, zoals gezegd, een beschrijving in detail van de meest voorkomende functies en de daarvoor vereiste kennis, vaardigheden, gedrag et cetera. De samenstelling van de begeleidingscommissie van dit onderzoek en een overzicht van geraadpleegde deskundigen is opgenomen in bijlage 2.

2. De omvang van de werkgelegenheid nu en in de toekomst

2.1 Definitie werkgelegenheid drone-industrie

Deze paragraaf geeft op basis van het onderzoek een schatting van de werkgelegenheid in de Nederlandse drone-industrie.

De werkgelegenheid in de drone-industrie is hierbij gedefinieerd als: Werkzame personen in branches van de drone-industrie, wiens functie volledig is gericht op het werken met of aan drones. Hieronder vallen de volgende bedrijfsgroepen.

- Bouwers van drones/manufacturers
- Makers van software voor flight control
- Makers van software overig
- UTM providers
- Makers van payloads
- Makers van infrastructuur
- Operators
- Drone trainers
- Consultants overig
- Anders (waaronder drone detectie activiteiten).

Personen die werken bij gebruikers van drones (zoals Defensie, ANWB, NS et cetera) zijn niet meegeteld.

2.2 De werkgelegenheid in de drone-industrie

Het overzicht op de volgende pagina geeft een beeld van de werkgelegenheid, zoals dat naar voren komt uit het onderzoek. Het gebruik van drones is de afgelopen drie jaren toegenomen in allerlei domeinen in de samenleving; landbouw, openbare veiligheid, techniek, natuurbeheer, beheer van gebouwen, beheer van fysieke infrastructuur, zorg et cetera. Dit heeft geresulteerd in een groei van de drone-industrie van bijna 2.300 naar ruim 3.000 medewerkers in drie jaar.

Het grootste segment binnen de drone-industrie zijn de operatorbedrijven, met 400 bedrijven en 2.100 werkzame personen. De bouwers en softwaremakers herbergen ook een substantieel aantal banen (350 respectievelijk 285 werkenden).

Schatting van de werkgelegenheid in de Nederlandse drone-industrie

Branches	2023 Bedrijven	2026 Bedrijven	2023 Werknemers	2026 Werknemers
Bouwers van drones/manufacturers	15	20	150	350
Makers van software voor flight control	3	20	15	45
Makers van software overig	5	50	24	240
UTM providers	0	0	0	0
Makers van payloads	1	40	10	110
Makers van infrastructuur	3	4	10	45
Operators	400	400	2.000	2.100
Drone trainers	6	6	30	30
Consultants overig	3	10	30	100
Anders		3		15
Totaal	436	553	2.269	3.035

2.3 Overige drone-gerelateerde werkgelegenheid

Naast de drone-industrie verrichten ook tal van andere bedrijven werk met drones. Voorbeelden zijn de ANWB, KPN, Rijkswaterstaat, de politie et cetera. De drone gerelateerde werkzaamheden in deze organisaties zijn hoofdzakelijk gericht op operations en (in mindere mate) op ontwikkelwerk.

Een bijzondere partij is Defensie. Deze organisatie beïnvloedt de werkgelegenheid met betrekking tot drones op verschillende manieren.

- Ten eerste oefent Defensie een vraag uit naar producten en diensten van de drone-industrie. Onder andere op het gebied van het bouwen van drones en het ontwikkelen van soft- en hardware. Hiermee bevordert Defensie de werkgelegenheid in de drone-industrie.
- Daarnaast verricht Defensie zelf werkzaamheden met drones, op land, op zee en in het luchtruim. Men heeft mensen in dienst die toepassingen en software ontwikkelen en mensen die drones besturen (operations).
- Op dit moment werft Defensie op grote schaal actief mensen voor drone operations. Hierbij richt men zich onder andere op de civiele markt, waarbij men mensen zoekt met affiniteit met drones en deze na indiensttreding verder schoolt in militaire basiskennis en vaardigheden. Defensie wil in 2027 nog 600 vacatures op het gebied van operations invullen.

2.4 Toekomstverwachting

2.4.1 Algemeen

Op de ontwikkeling van de werkgelegenheid in de drone-industrie in de nabije toekomst zijn drie factoren van invloed.

1. Gebruik van drones in de samenleving

Het gebruik van drones neemt toe op tal van terreinen in de samenleving, in Nederland en wereldwijd.[1] Dit zorgt in de Nederlands drone-industrie voor een groeiende behoefte aan advies, ontwerp en software ontwikkeling en in mindere mate aan het bouwen van drones en het besturen van drones. Nederland heeft een beperkt aantal bedrijven die drones bouwen. Voor burger-toepassingen worden hoofdzakelijk drones gebruikt van de Chinese producent DJI (Da-Jiang Innovations). Daarnaast verwachten de deskundigen dat het aantal counter drone operaties toe gaat nemen. Dit zijn maatregelen en technologieën die worden ingezet om ongewenste of vijandige drones te detecteren, identificeren en neutraliseren.

1 Volgens Research and markets zal de omzet van de drone-industrie in de VS in de periode 2026 – 2030 jaarlijks groeien met 20,6%.

2. Ruimte in de regelgeving
De drone-industrie heeft behoefte aan verruiming van regelgeving voor het gebruik van het luchtruim. Een aantal structurele knelpunten beperkt opschaling en nieuwe toepassingen. Enkele knelpunten zijn:

- Het toestaan en opschalen van BVLOS-operaties (beyond visual line of sight, buiten zicht vliegen). BVLOS vliegen vereist complexe vergunningen en uitgebreide risicoanalyses (SORA). In Nederland is BVLOS feitelijk nog niet toegestaan.
- Meer operationele ruimte in stedelijk gebied. Veel toepassingen vereisen vluchten boven bebouwing, nabij mensen. Dit is nu sterk beperkt en daardoor zijn toepassingen zoals drone delivery, medische transporten en dergelijke nauwelijks schaalbaar.
- Integratie van drones in het luchtruim (U-space). De drone-industrie heeft behoefte aan een snellere implementatie van U-space, met duidelijke operationele kaders.
- Verruiming van beperkingen in het luchtruim. De industrie wil meer toegankelijke zones, een flexibeler gebruik van het luchtruim en een dynamisch luchtruimbeheer (tijd- en locatieafhankelijk).
- Het toestaan van meer autonome operaties en one-to-many-operaties, met regelgeving voor autonome vluchten, remote operations en fleet management.

Veel deskundigen die voor dit onderzoek zijn geraadpleegd geven aan dat het opheffen van de genoemde knelpunten voor een aanmerkelijke groei van drone activiteiten in de samenleving zou zorgen. Wanneer een dergelijke verruiming van de mogelijkheden kan worden verwacht is onduidelijk. Het lijkt niet aannemelijk dat dit op korte termijn (binnen enkele jaren) gaat gebeuren.

3. Ontwikkelingen in Defensie
Defensie schaalt het gebruik van drones op. Dit zorgt in de komende jaren voor:

- meer behoefte aan drone technici bij de toeleveranciers van Defensie en in mindere mate binnen Defensie zelf;
- meer behoefte aan softwarebouwers bij toeleveranciers en binnen Defensie;
- meer behoefte aan mensen in operations binnen Defensie.

De productie van drones in opdracht van Defensie zal de komende jaren in Nederland toenemen. Verschillende dronebouwers zijn bezig hun productie op te schalen om aan de behoefte van Defensie te kunnen voldoen.

Ook aan softwareontwikkelaars verwacht Defensie de komende jaren meer behoefte te hebben. Daarnaast is Defensie op zoek naar mensen die drones kunnen besturen. Over het algemeen vult Defensie deze behoefte in door mensen met kennis of affiniteit op dit gebied te werven op de arbeidsmarkt en deze bij te scholen in militaire vaardigheden als de functie dat vereist.

2.4.2 Prognose van de werkgelegenheidsontwikkeling tot en met 2030

Onderstaand schema geeft een prognose van de ontwikkeling van de werkgelegenheid voor de komende vier jaren. Hierin is rekening gehouden met een verdere groei van het gebruik van drones in de samenleving (zie paragraaf 2.3.1). De werkgelegenheid voor bouwers van drones zal groeien als gevolg van de toename van het gebruik van drones. Hierdoor neemt ook de werkgelegenheid voor bouwers van software toe. Op het gebied van operations zal de werkgelegenheid eveneens toenemen.

Extra groei door opdrachten van Defensie is in de prognose niet meegenomen.

Prognose werkgelegenheid in de Nederlandse drone-industrie van 2026 tot en met 2030

Branches	2026	Prognose 2027	Prognose 2028	Prognose 2029	Prognose 2030
	Werknemers	Werknemers	Werknemers	Werknemers	Werknemers
Bouwers van drones/manufacturers	350	464	616	817	1.083
Makers van software voor flight control	45	60	79	105	139
Makers van software overig	240	318	422	560	743
UTM providers	0	0	0	0	0
Makers van payloads	110	146	194	257	340
Makers van infrastructuur	45	60	79	105	139
Operators	2.100	2.134	2.169	2.205	2.241
Drone trainers	30	40	53	70	93
Consultants overig	100	133	176	233	309
Anders	15	20	26	35	46
Totaal	3.035	3.375	3.814	4.387	5.135

2.4.3 Prognose van de werkgelegenheidsontwikkeling op de lange termijn

Internationale bronnen verwachten een groei van de werkgelegenheid in de drone-industrie, ruim boven gemiddeld. In operations wordt wereldwijd een groei van het aantal banen verwacht van 7% tot 12% per jaar.[2] In Nederland zal de werkgelegenheid op de korte termijn gestaag doorgroeien. Op de langere termijn verwachten deskundigen een verruiming van de Nederlandse regelgeving voor het gebruik van het luchtruim (zie 2.3.1). Men verwacht dat daardoor de activiteiten met drones substantieel zullen groeien, waardoor ook de werkgelegenheid fors zal toenemen.

Wanneer de verruiming van de regelgeving zal plaatsvinden is onduidelijk. Deskundigen verwachten over het algemeen dat dit nog tussen 5 en 10 jaar op zich zal laten wachten. Dit alles zal ook betekenen dat het zwaartepunt van de gevraagde skills verschuift van operator-gedreven naar data- en softwaregedreven systemen, waarbij de gevraagde kwalificaties hoger worden.

Operations

De eerstkomende jaren blijft de werkgelegenheid in operations doorgroeien door de toename van het gebruik van drones. Vanaf het moment dat de regelgeving voor het gebruik van het luchtruim wordt verruimd (zie 2.3.1), zal het toepassen en gebruik van drones fors groeien. Dit zal ook een aanzienlijke toename tot gevolg hebben van het aantal operaties.

[2] Market and markets juli 2025, Drones Market Report – januari 2026, Global Drone Market Outlook (2025–2030) - Marcin Frąckiewicz 2 juni 2025, Global growth insights – UAV Drones market size 23 september 2025, regional insights and forecast to 2034.

Tegelijk zal het daarbij vermoedelijk mogelijk worden dat piloten een substantieel aantal drones tegelijk kunnen besturen (“één op veel bediening”, of “one-to-many operations”). Ook het maken van vluchtplannen zal steeds meer geautomatiseerd/met AI gebeuren. Dit zal de vraag naar mensen in operations temperen.

Sommige deskundigen verwachten dat bij een verruiming van de regels de toepassingen van drones zullen exploderen en dat vluchten veel goedkoper zullen worden one-to-many. Men acht het mogelijk dat hierdoor het aantal vluchten zo enorm zal stijgen, dat de werkgelegenheid voor piloten niet zal dalen maar zelfs nog zal toenemen.

De meeste deskundigen verwachten dat werk voor piloten blijft bestaan. De piloten worden meer beheerders van geautomatiseerde systemen waarmee een aantal droneoperaties tegelijk wordt beheerd. De operaties die door piloten één op één worden aangestuurd zullen de meer specialistische pilot-werkzaamheden zijn, bijvoorbeeld op het gebied van fotografie, complexe inspecties en bijzondere operaties met cargo en operaties op zee.

Overigens verwachten deskundigen voor varende drones geen toename van het aantal “one-to-many operations”.

Software/data
De toename van het gebruik van drones in de komende jaren resulteert in een substantiële groei van de werkgelegenheid op het gebied van software/data/AI. Wanneer de regels voor het gebruik van het luchtruim worden verruimd zal deze werkgelegenheid nog harder gaan groeien.

Advies/ontwerp
Voor functies op het gebied van advies en ontwerp geldt globaal hetzelfde. In de eerstkomende jaren zullen deze activiteiten verder groeien. Bij een verruiming van de regels voor het gebruik van het luchtruim worden de gebruiksmogelijkheden aanmerkelijk groter en zal de behoefte aan advies en ontwerpwerk eveneens explosief groeien (het zoeken van oplossingen voor de vraag van de opdrachtgever, waarvan drones onderdeel zijn).

Productie/technici
De groeiende productie van drones betekent een groei van de werkgelegenheid voor dronetechnici. De opdrachten van Defensie zorgen op dit moment voor een opschaling van de productieactiviteiten in Nederland, en zullen dat in de komende jaren naar verwachting blijven doen. De productie-bedrijven gaan volgens de deskundigen een stap zetten van specialistische oplages naar massaproductie. Daarnaast speelt in de komende jaren de terughoudendheid ten aanzien van Chinese drones een rol. Europa wil op dit gebied minder afhankelijk worden van Chinese leveranciers door meer zelf te produceren.

Ook voor deze beroepsgroep geldt dat een verruiming van de regelgeving zal resulteren in een verdere (explosieve) groei van de werkgelegenheid. Op de lange termijn zal de productie van drones meer door robots worden uitgevoerd, maar dit zal volgens deskundigen nog circa 10 jaar duren.

Drone Air Traffic Software Engineer
Zodra de regels voor het gebruik van het luchtruim worden verruimd, zal het drukker worden in de onderste luchtlagen en zal de behoefte toenemen aan luchtverkeersleiding en software die het luchtverkeer regelt.

3. Functies en loopbaanpaden

3.1 Functies/beroepen in de UAS-markt, op mbo-, hbo- en wo-niveau

In het onderstaande schema zijn de functies weergegeven die we bij de organisaties in het onderzoek zijn tegen gekomen, naar functienaam, het bijbehorende niveau binnen het Nederlandse beroepsonderwijs en het bijbehorende NLQF-niveau. Deze functies worden in bijlage 1 in detail beschreven, op de volgende aspecten:

- werkomgeving, functienamen en functietaken;
- vereiste kennis;
- vereiste vaardigheden;
- gewenst gedrag;
- verantwoordelijkheid;
- complexiteit;
- geschat niveau;
- wettelijke beroepsvereisten.

Functies in de Nederlandse drone-industrie, niveau beroepsonderwijs en NLQF-niveau

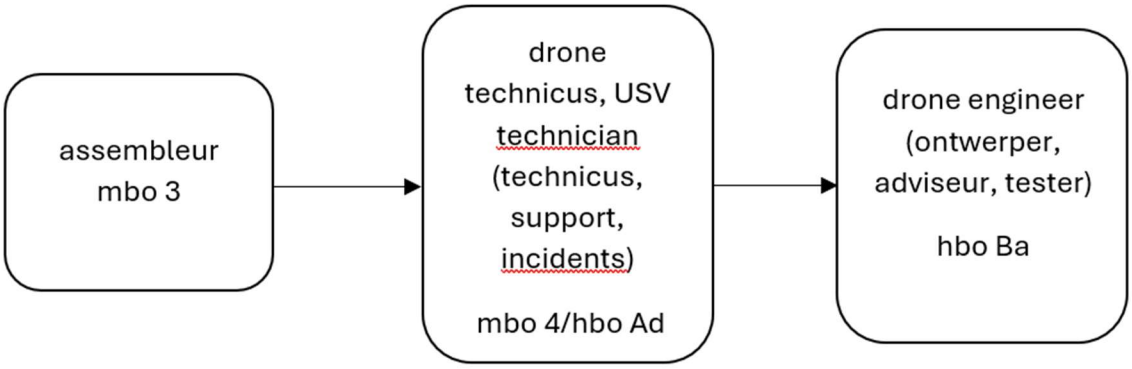
Functie	**Niveau beroeps-onderwijs**	**Niveau NLQF**
Technici		
Assembleur	mbo 3	3
USV technician	mbo 4	4
Drone technicus	mbo 4/hbo AD	4/5
Drone engineer/ontwerper/adviseur	hbo BA	6
Software engineer	mbo 4 hbo bachelor hbo master wo master	4 6 7 7
Data-analist Inhoudelijk specialist Onderzoeksgericht, complexe modelleringen	 hbo bachelor hbo master	 6 7
Operations Basis uitvoerend (jr. drone operator, supportmedewerker) Zelfstandig uitvoerend (drone pilot, drone operator) Coördinerend/specialistisch Strategisch, hoog complex	 mbo 3 mbo 4 hbo bachelor hbo master	 3 4 6 7
Overig advies en onderzoek	hbo master wo master	7 7
Drone Air Traffic Software Engineer U-space/UTM/ATM Integratie Ontwikkelen componenten, implementeren, integraties Specialistisch/leidinggevend, complexe problemen, Complex, hoog abstractieniveau, strategische invloed	 hbo bachelor hbo master wo master	 6 7 7

3.2 Loopbaanpaden

3.2.1 Technici

Loopbaanpad
In bedrijven die drones bouwen is doorstroom van technici naar meer complexe functies gebruikelijk. In de productie van drones zijn er bij verschillende organisaties mogelijkheden om door te stromen van assemblage naar de meer complexe functies zoals technicus en technische ondersteuning van klanten (supportmedewerker en medewerker incidents).

Ook vindt bij deze bedrijven doorstroom plaats van technici naar engineersfuncties op hbo Ba-niveau, waarin de beroepsbeoefenaar de vraag van een klant vertaalt naar een technische oplossing waarvan de drone een onderdeel is (advies, ontwerpen, testen).

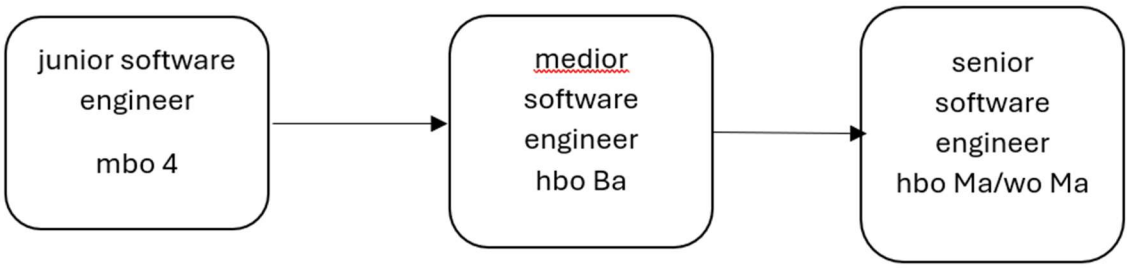


Waar komen de instromers vandaan
Nieuwe instromers in deze functies zijn vaak mensen van die al ervaring hebben met “fijne techniek” (elektronica, solderen, printplaten maken en dergelijke) en/of mensen die dronevliegen als hobby hebben. Bedrijven vinden gediplomeerde studenten van de mbo-opleiding Drone Engineering & Fabrications ook geschikt voor deze functies. Op hbo-niveau vinden de bedrijven mensen met opleidingen op het gebied van werktuigbouwkunde, mechatronica, fijnmechanica en mechanical engineering interessant. Mensen met kennis van aerodynamica zijn ook relevant voor deze functies.

3.2.2 Software engineer

Loopbaanpad
In bedrijven die drones ontwerpen en bouwen krijgen software-engineers de mogelijkheid door te stromen van junior naar medior en senior functies. Boven het senior-niveau is er in sommige bedrijven nog het niveau van de principal engineer, die technisch leidinggevende en eindverantwoordelijke is. Als het gaat om het ontwikkelen van nieuwe toepassingen vinden bedrijven het vooral belangrijk dat de softwareontwikkelaar de juiste ervaring heeft en de juiste systemen en programmeertalen kent. De software ontwikkelaar vindt een technische oplossing voor een vraag van een klant. Op dit niveau zijn met name software ontwikkelaars actief op hbo Ba, hbo Ma en wo Ma-niveau. Onderdelen van Defensie geven aan ook ontwikkelaars te kunnen gebruiken om mbo 4 niveau.

Verschillende bedrijven richten bewust loopbaanpaden in voor software engineers, zodat zij zich in het bedrijf kunnen ontwikkelen en door kunnen groeien.



Waar komen de instromers vandaan
Bedrijven nemen voor deze functies hoofdzakelijk mensen aan met een hbo of wo achtergrond. Persoonlijke interesse in/passie voor drones vindt men hierbij belangrijk. Veel software engineers in de Nederlandse drone-industrie komen uit informatica, technische informatica of embedded/elektrotechniek, vaak aangevuld met kennis van robotica of AI. Ook worden vakvolwassen software engineers aangenomen uit aanverwante domeinen zoals de auto-industrie. Daarnaast geven verschillende bedrijven aan dat men gebruik maakt van buitenlandse software engineers, onder andere uit Israël.

3.2.3 Data-analist

Voor deze functie kunnen wij op basis van de verzamelde informatie geen loopbaanpad identificeren. Data-analisten/dataprocessors zijn meestal hbo of wo opgeleid en richten zich op een specifiek domein, zoals landbouw, technisch onderhoud van fysieke infrastructuur of andere domeinen.

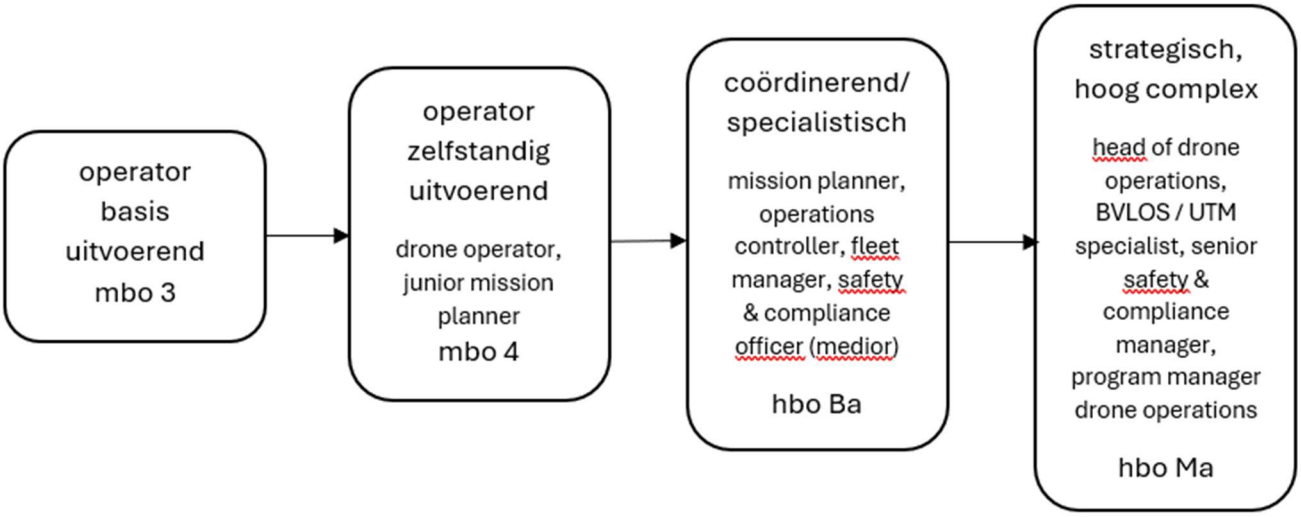
De data-analist kan werken bij bedrijven in de drone-industrie die informatie en rapportages leveren aan opdrachtgevers. Ook bij ingenieurs- en adviesbureaus werken deze data-analisten. De data-analist kan ook werken bij gebruikers van de diensten van de drone-industrie, die de data-analyse en verwerking zelf willen doen (bijvoorbeeld de ANWB of defensie), als onderdeel van de bedrijfsvoering of de uitoefening van de kernactiviteiten van de organisatie. Loopbanen van data-analisten ontwikkelen zich binnen deze segmenten, waarbij de data-analist soms overstapt tussen deze segmenten.

Voor bedrijven die werkzaam zijn in het meten en analyseren van het aardoppervlak zijn opleidingen op het gebied van Geodesie en Remote sensing en Ocean Technology belangrijk.

De bedrijven geven aan dat een deel van deze beroepsbeoefenaren afkomstig is uit landen buiten de EU, waaronder Ghana, Iran en Pakistan.

3.2.4 Operations

Loopbaanpad
Op het gebied van operations zijn er veel doorgroeimogelijkheden. Bedrijven die diensten uitvoeren op het gebied van drone operations en grotere organisaties die drones gebruiken geven aan dat medewerkers vanaf het niveau van basisoperator veelvuldig doorstromen naar de functies op de hogere niveaus. Mensen groeien vrij snel door "Als ze goed zijn kunnen ze heel snel opklimmen en ver komen".



Een bijzondere partij in dit opzicht is Defensie. Operators bij defensie dienen de drone te hanteren in militaire situaties. De drone piloot is hier in de eerste plaats soldaat. Militaire basisvaardigheden zijn daarom cruciaal.

Waar komen de instromers vandaan
Voor de basis- en de zelfstandig opererende piloot nemen bedrijven over het algemeen mensen aan op mbo-niveau. Hierbij let men vooral op het karakter en de vaardigheden van de kandidaat. Mensen met belangstelling voor drones ("hobbypiloten") en de juiste vaardigheden worden aangenomen.

De mbo opleiding Drone engineering & operations zorgt voor een steeds grotere jaarlijkse instroom. Een sterk punt van deze mensen is volgens de bedrijven dat zij zeer goed gemotiveerd zijn voor het werken met drones.

De bedrijven ondervinden relatief weinig moeite met het vinden van mensen voor operations, omdat dit een "sexy product" is, waar veel belangstelling voor bestaat. Daarnaast denkt men dat de open bedrijfscultuur van de operatorbedrijven ook helpt om mensen aan te trekken.

De Marine werft mensen voor de functies matroos drone operaties en onderofficier drone operaties. Men stelt hiervoor als formele opleidingseisen vmbo, mbo en havo. De voorkeur hebben mensen met een passende opleiding op het gebied van drone operations (mbo) en bemande luchtvaart, dat wil zeggen mbo 4 luchtvaarttechnicus met Parts 66. Dit laatste is van belang omdat het vliegen met grote drones in de toekomst belangrijker zal worden. Deze instromers krijgen vervolgens een militaire

training. Drone operaties van de Marine die vanaf een boot plaatsvinden worden altijd uitgevoerd door militairen. Drone operaties op de Noordzee worden vanaf de kust bestuurd, dit kan ook gebeuren door “civiel personeel”.

Defensie vindt het belangrijk persoonlijke loopbaanpaden te maken voor de medewerkers, om hen binnen de organisatie te houden. Dit geldt ook voor de Marine, deze is bezig specifiek voor de drone operators een loopbaanpad in te richten.

3.2.5 Overig advies en onderzoek

Dit werk betreft advies en onderzoek voor overheden, gericht op beleid en implementatie van toepassingen, impact en regelgeving van drones en op advies aan overheden (gemeenten, provincies, ministeries) over beleid en implementatie. Dit advies en onderzoek beweegt zich op het snijvlak van techniek, beleid en maatschappij. Deze mensen zijn adviseurs en onderzoekers. Sommigen van hen sturen multidisciplinaire teams aan.

Mensen stromen in deze functies in via verschillende routes. Veel van hen komen van de universiteit en hebben geleerd systemen te modelleren. Er komen ook mensen binnen met een beleids-achtergrond.

Een loopbaanpad met doorstroom tussen functies kunnen we op basis van de verzamelde data niet samenstellen. Wel is duidelijk dat deze medewerkers, naarmate zij meer werkervaring en expertise krijgen, meer taken krijgen op het gebied van contact met de klant en meer verantwoordelijkheid gaan dragen voor de kwaliteit en de oplevering van het eindresultaat van het onderzoeks-/adviestraject. Deze groep adviseurs doorloopt doorgaans een ontwikkeling van junior naar senior adviseur.

3.2.6 Drone Air Traffic Software Engineer

Voor deze functie kunnen wij uit de beschikbare data geen goed gefundeerd loopbaanpad samenstellen. Het aantal werkenden in deze functie in de Nederlandse drone-industrie is beperkt.

4. Het opleidingsaanbod

4.1 Het opleidingsaanbod in het mbo

In 2020 startte MBO College Airport (ROC van Amsterdam-Flevoland) als eerste instelling met plannen voor een volledige driejarige drone-opleiding. Vanaf schooljaar 2021-2022 startte men de vierjarige BOL-opleiding "Drone Engineering & Operations". Dit is een uitstroom binnen de opleiding Technicus Engineering. De inschrijving voor deze opleiding is inmiddels gesloten en de laatste studenten zullen diplomeren in 2027. Het MBO College Airport heeft het aanbod doorontwikkeld en de MBO Raad heeft de ROC's rond het onderwerp drones georganiseerd. Op dit moment zijn er in het mbo twee nieuwe volledig op drones gerichte opleidingen.

- De opleiding Drones operations specialist is gestart op het MBO College Airport (ROC van Amsterdam-Flevoland) in schooljaar 2025 – 2026 en zal vanaf augustus 2026 door in totaal 11 ROC's worden aangeboden, gespreid door heel Nederland. De scholen verwachten te starten met in totaal circa 190 studenten.
- MBO College Airport biedt daarnaast de opleiding Drone engineering & fabrications aan. In het schooljaar 2025 – 2026 namen 11 studenten deel aan deze opleiding.

Aanbod drone gerichte opleidingen in het mbo

Opleiding	**Niveau, leerweg, duur**	**Verwacht aantal studenten sept 2026**	**Aantal scholen**
Drones Operations specialist	mbo 4, BOL, 3 jaar	193	11
Drone Engineering & Fabrications	mbo 4, BOL, 4 jaar	20	1
Drone Engineering & Operations*	mbo4, BOL, 4 jaar	15	1

* Inschrijving voor deze opleiding is gesloten. De laatste studenten diplomeren in 2027.

Deze opleidingen zijn gericht op de volgende taken en werkprocessen.

Drones Operations specialist

Voorbereiden van een drone-operatie
- Inventariseert de vraag van een opdrachtgever
- Stelt een vluchtplan op
- Voert een routine-onderhoudscontrole uit

Uitvoeren van een drone-operatie
- Maakt de drone en het operatiegebied gereed
- Voert een Last Minute Risk Analysis (LMRA) uit
- Voert de drone-operatie uit
- Rondt de drone-operatie af

Data controleren en opleveren
- Controleert de ingewonnen data
- Levert de data op

Coördineren van drone-operaties
- Toetst de uitvoerbaarheid en veiligheid van de drone-operatie
- Maakt een planning voor een opdracht
- Coördineert de uitvoering van de drone-operatie

Drone engineering & fabrications
Officiële kwalificatienaam 'Technicus Engineering'. Hierin worden de volgende taken en werkprocessen behandeld.

Ontwerpt producten of systemen
- Verzamelt en verwerkt ontwerpgegevens
- Werkt ontwerpen uit
- Kiest (duurzame) materialen en onderdelen
- Maakt een kostenberekening

Begeleidt werk
- Begeleidt het werkproces
- Bewaakt begroting
- Voert kwaliteitscontroles uit

Bereidt werk voor
- Verzamelt en verwerkt productiegegevens
- Maakt een tekening(pakket)
- Plant mensen en middelen in

Levert een product, installatie en/of systeem op
- Levert een product, installatie en/of systeem op
- Doet verbetervoorstellen voor een product, installatie en/of systeem
- Evalueert een opgeleverd product, installatie en/of systeem
- Stelt procedures op t.b.v. gebruik en onderhoud van een product, installatie of systeem

Naast deze opleidingen worden er in het mbo door een aantal ROC's twee keuzedelen aangeboden.

Keuzedeel Drones – techniek
Dit keuzedeel is beschikbaar vanaf 2017. In het keuzedeel leert de beginnend beroepsbeoefenaar technische vaardigheden en onderliggende kennis die nodig zijn om drones in de lucht te krijgen en houden. Aan bod komen zaken als materialen- en motorenkeuzes, elektronica en ICT. Dit keuzedeel richt zich ook op onderhoud en aanpassing van de technische functionaliteit van drones. In dit kader moeten drones worden getest en daarom gaat het keuzedeel ook over de basis van het leren vliegen met een drone en de hieraan verbonden aspecten zoals wet- en regelgeving.

Keuzedeel Drones toepassen in de beroepspraktijk
In dit keuzedeel (beschikbaar vanaf 2022) leert de beginnende beroepsbeoefenaar veilig gebruik te maken van de professionele mogelijkheden die drones bieden. Drones ontwikkelen zich technisch razendsnel en de toepassingsmogelijkheden breiden zich uit in diverse richtingen. Studenten leren in het keuzedeel diverse aspecten met betrekking tot de inzet van drones. Het gaat om zaken als: techniek, besturing, onderhoud, veiligheid, regelgeving gekoppeld aan de specifieke toepassing(en) waarvoor de drone wordt ingezet.

4.2 Het opleidingsaanbod in het hbo en het wo

4.2.1 Algemeen

Het Nederlandse hoger en wetenschappelijk onderwijs over drones is technologie-gedreven (embedded systems, control, AI) en verspreid over meerdere opleidingen. Het opleidingsaanbod groeit vlot, maar lijkt nog niet erg goed gestructureerd te zijn. Alleen op masterniveau (zoals UTwente) zijn er gerichte UAV-specialisaties. In het hbo worden drones behandeld in minoren en via integratie in verschillende technische studies, zoals luchtvaarttechnologie, applied mathematics, data science, mechatronica, embedded systems engineering en technische informatica.

4.2.2 Relevante opleidingen in het hbo

De minor "Drones" van Hogeschool Saxion

Hogeschool Saxion biedt de minor "Drones" aan. Deze kan worden gevolgd bij de meeste technische opleidingen. In de minor komen onder andere de volgende aspecten aan bod.

- Rapid Prototyping
- Problem-Solution Mapping
- Piloting
- Teamwork
- Research & Development
- Een innovatief Project (15 ECT). Hierin worden alle geleerde kennis en vaardigheden toegepast. Het is project is gericht op het het oplossen van realistische uitdagingen. Deze projecten spelen zich af binnen de publiek-private samenwerkingsprojecten van de onderzoeksgroepen van Mechatronica en Robotics.

De deelname bedraagt maximaal 32 studenten per schooljaar.

De minor "Design, build & fly" van Hogeschool van Amsterdam

De Hogeschool van Amsterdam biedt binnen de opleiding Aviation een minor "Design, build & fly" aan. In deze minor ontwerpen, bouwen en vliegen teams van studenten een onbemand vliegtuig. De nadruk ligt op ontwerpen, bouwen, testen en verbeteren in korte cycli. Het traject is gericht op de volgende competenties.

- Men functioneert binnen een multidisciplinair ontwerpproject.
- Afwegen van ontwerpvereisten en motiveren van alle (multidisciplinaire) ontwerpbeslissingen;
- Ontwerpen van een modelvliegtuig met composietmaterialen en integratie van kant-en-klare autopilot-technologie.
- Gebruiken van ingenieurssoftware en simulators voor ontwerpvalidatie en voorspelling van (dynamisch) gedrag.
- Bouwen van een hoogwaardig modelvliegtuig (volgens eigen technische tekeningen) met een mix van productie- en verbindingsmethoden.
- Kritisch beoordelen van de ontwerpkwaliteit (met gebruik van gegevens uit praktische tests);
- Voorbereiden van een onbemande 'missie' en deze uitvoeren, waarbij naleving van operationele eisen en effectief risicobeheer.

Het aantal studenten dat aan deze minor deelneemt wordt niet openbaar gemaakt. Deskundigen schatten het aantal op 40 à 50 studenten per jaar.

Naast bovengenoemde twee minoren besteden de hbo-instellingen aandacht aan drones/ onbemande luchtvaart als onderdeel/toepassingsgebied in een grote verscheidenheid aan technische opleidingen. Een aantal voorbeelden hiervan is hieronder opgenomen.

Hogeschool Inholland - Luchtvaartechnologie

- In bij de opleiding Luchtvaarttechnologie (Delft) leert men onder andere “Vliegtuigen, drones en aerospace-systemen ontwerpen, bouwen en verbeteren”. Binnen de opleiding wordt dus aandacht aan drones besteed, maar niet exclusief of gespecialiseerd. In deze opleiding stromen jaarlijks 180 tot 200 studenten in.
- Daarnaast zijn er onderzoeksprojecten waarin drones een rol spelen.
    - Bij Inholland worden verschillende onderzoeken gedaan waar studenten van verschillende opleidingen aan deel kunnen nemen. Bij het Lectoraat Data Driven Smart Society wordt sinds 2020 samengewerkt met het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier om scheuren in dijken te inspecteren met drones. Hier doen vooral studenten van Applied Mathematics/Data Science aan mee.
    - Bij een samenwerking tussen het lectoraat Data Driven Smart Society en Biomimicry wordt onderzoek gedaan naar hoe in de land- en tuinbouw plagen en ziekten automatisch kunnen worden herkend met de camerabeelden van de drone. Studenten en opleidingen van verschillende domeinen zijn bij het project betrokken, zoals Techniek, Ontwerpen & Informatica, Agri, Food & Life Sciences en Business, Finance & Law.

Haagsche Hogeschool – Mechatronica

Bij de opleiding Mechatronica wordt men opgeleid tot, onder andere: “Robotengineer, Drone-ontwerper, Technisch projectleider, 3D-printerdesigner, Ontwerper van autonome voertuigen, Oogstrobotontwikkelaar en nog veel meer”. Cijfers over het aantal studenten in deze opleiding dat concreet actief met drones te maken heeft zijn niet beschikbaar.

Avans Hogeschool – IT-opleidingen

- Bij de hbo-opleiding Technische Informatica bedenkt men hightech oplossingen voor apparaten zoals drones of productierobots.
- Ook bij de opleiding Embedded Software Engineering bedenkt men hightech oplossingen voor apparaten zoals drones of productierobots.

Cijfers over het aantal studenten in deze opleiding dat concreet actief met drones te maken heeft zijn niet beschikbaar.

Drone Challenge

Een interessant initiatief is verder de “Drone Challenge”, waar studenten van een aantal mbo- en hbo-scholen aan deelnemen. Vanaf 12 februari tot en met begin juli 2026 organiseren Avans Hogeschool, Fontys Hogescholen, Summa College, Ter AA en een aantal bedrijven op Brainport Industries Campus de 5e editie van de Drone Challenge”. Bij Fontys Hogescholen zijn de deelnemers aan de Drone Challenge leraren in opleiding voor het vmbo en mbo. Bij Summa (MBO) bestaan de teams uit studenten van de opleidingen Engineering en Techniek. Bij Avans doen hier studenten aan mee van de onder andere de opleidingen o.a. Werktuigbouwkunde, Elektrotechniek en Technische Informatica. Hieraan nemen jaarlijks circa 30 studenten deel.

Jaarlijks aantal nieuwe hbo-studenten met een opleiding op gebied van drones
Op basis van de hiervoor genoemde informatie kunnen we concluderen dat jaarlijks bijna 300 studenten nieuw instromen in hbo-opleidingen waarin concreet en gericht aandacht wordt besteed aan drones. Omdat voor de opleidingen van de Haagsche Hogeschool en Avans geen concrete cijfers bekend zijn, worden deze opleidingen in dit overzicht niet meegenomen.

Gemiddelde jaarlijkse instroom in hbo-opleidingen met concrete aandacht voor drones

Opleiding	Gemiddeld aantal nieuwe studenten per jaar
Saxion	32
Hogeschool van Amsterdam	45
Inholland	190
Drone challenge	30
Totaal	297

4.2.3 Relevante opleidingen in het wo

Universiteit Twente – MSc Systems & Control, specialisatie UAV
In de master Systems & Control stromen jaarlijks 25 à 30 nieuwe studenten in. Unmanned Aerial Vehicles (UAV) is een van de specialisaties die men kan kiezen. Het aantal studenten dat deze specialisatie kiest is niet openbaar. Onderwerpen in het programma zijn onder andere:
- control systems;
- robotics;
- aerodynamica;
- imaging & data;
- regelgeving en toepassingen.

Deze studie wordt beëindigd per 1 september 2026 en wordt opgevolgd door de Master Robotics.

Overige (delen van) opleidingen in het wo
Verder kan het aanbod van opleidingen/cursussen in het wo als volgt worden samengevat.

Universiteit Twente/ITC (Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation)
- De opleiding ITC Geo-information Science & Earth Observation (met een jaarlijkse nieuwe instroom van gemiddeld 67 studenten) heeft een onderdeel “Earth Observation with UAVs”.
- Geoversity (UT/ITC) is een online leerplatform, openbaar wereldwijd toegankelijk, waar men cursussen kan volgen op het gebied van geodata en observatie van de aarde, onder andere gericht op data science, AI en remote sensing, het gebruik van drones voor mapping en monitoring. Geoversity heeft volgens online bronnen circa 15.000 gebruikers wereldwijd.

TU Delft
Binnen de opleidingen BSc Aerospace Engineering en de MSc Control & Simulation bestaat een aantal relevante vakken: Aerospace Systems & Control Theory, Automatic Flight Control, Autonomous Flight of MAVs en System Identification. Deze Bachelor en Masteropleiding hebben tezamen een jaarlijkse instroom van gemiddeld 501 nieuwe studenten per jaar.

TU/e
Powertrain/aerospace gerelateerde cursussen. Deze zijn indirect ook relevant voor drones (e-aviation en propulsion systems). In de schatting van het aantal wo-studenten met een concrete opleiding op het gebied van drones zijn deze niet meegenomen.

Jaarlijks aantal nieuwe wo-studenten met een opleiding op gebied van drones
Op basis van de hiervoor genoemde informatie kunnen we concluderen dat jaarlijks bijna 600 studenten nieuw instromen in wo-opleidingen waarin kennis wordt aangereikt die relevant is voor de drone-industrie.

Gemiddelde jaarlijkse instroom in wo-opleidingen met aandacht voor drones

Opleiding	Aantal nieuwe studenten per jaar
TU Delft	501
Universiteit Twente	94
Totaal	595

4.3 Overige opleidingsactiviteiten
Naast de opleidingen in het mbo, hbo en wo gebruiken bedrijven in de drone-industrie ook ander opleidingsaanbod om mensen op te leiden of bij te scholen. Dit wordt voor een deel extern ingekocht en voor een deel door de bedrijven zelf ontwikkeld.

Over het algemeen komen bedrijven de wettelijk verplichte en certificerende opleidingen extern in. De sectorspecifieke en bedrijfsspecifieke kennis wordt grotendeels intern ontwikkeld en overgedragen. Vooral bij dronebouwers, softwarebedrijven, UTM-providers en payloadontwikkelaars bestaat het grootste deel van de opleiding uit interne kennisontwikkeling. Bij operators is sprake van een combinatie van extern gecertificeerde opleidingen en interne operationele training.

4.4 Ontwikkelingen in het netwerk van het beroepsonderwijs
In de netwerkvorming rond het beroepsonderwijs gericht op drones, spelen met name de DDD en MBO Raad een rol.

Dutch Drone Delta
Dutch Drone Delta is een publiek-private samenwerking die via experimenten, samenwerking en kennisontwikkeling de inzet van drones en luchtmobiliteit in Nederland versnelt en opschaalt.

Deze stichting heeft als missie het realiseren van de volledige potentie van drones en Urban Air Mobility in Nederland. De doelen zijn:
- Het ontwikkelen van een veilig, duurzaam en schaalbaar drone-ecosysteem in Nederland.
- Het versnellen van innovatie en toepassing van drones
- Zorgen voor veilige integratie van drones in het luchtruim en maatschappelijke acceptatie.
- Het versterken van de Nederlandse positie als koploper in drone-technologie en luchtmobiliteit.

Activiteiten
- Samenwerking organiseren tussen overheid, bedrijven en kennisinstellingen (ecosysteemontwikkeling).
- Uitvoeren van praktische use cases en pilots, bijvoorbeeld inspecties, pakketbezorging, veiligheidstoepassingen.
- Testen en opschalen van drone-oplossingen in realistische omgevingen.
- Kennisdeling en financiering, onder andere calls for proposals voor nieuwe droneprojecten.
- Werken aan regelgeving, infrastructuur en integratie van drones in stedelijke omgeving en luchtruim.

De MBO Raad
Binnen de MBO Raad verenigen publiek gefinancierde mbo-scholen zich tot een krachtig collectief. Samen werken zij aan sterk, innovatief en toekomstgericht beroepsonderwijs dat aansluit op de arbeidsmarkt, het vervolgonderwijs en maatschappelijke ontwikkelingen. De MBO Raad behartigt de gezamenlijke belangen van de scholen, versterkt hun positie op het gebied van onderwijsontwikkeling, kwaliteit, arbeidsmarkt, bedrijfsvoering en werkgeverschap, en vertegenwoordigt de mbo-sector richting overheid, bedrijfsleven, onderwijspartners en andere maatschappelijke organisaties. Daarnaast stimuleert de MBO Raad samenwerking, kennisdeling en innovatie tussen scholen, zodat expertise breed wordt gedeeld en het onderwijs zich blijft ontwikkelen.

Bedrijfstakgroepen
De bedrijfstakgroepen (btg's) brengen mbo-scholen met vergelijkbare opleidingen binnen een arbeidsmarktsector samen om kennis te delen, gezamenlijke vraagstukken op te pakken en de belangen te vertegenwoordigen richting overheid, bedrijfsleven en andere stakeholders.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Het ministerie stuurt op kennisontwikkeling, opleidingen en human capital voor de drone-industrie. I en W ziet de dronesector als een innovatieve groeisector en creëert vooral randvoorwaarden:
- I en W werkt aan kaders (regelgeving, veiligheid, luchtruim) en laat ontwikkeling van toepassingen aan de markt.
- Tegelijkertijd stimuleert het ministerie kennisontwikkeling, samenwerking en innovatie samen met bedrijven en kennisinstellingen.
- het onderwijs wordt niet direct door I en W georganiseerd, maar indirect gestuurd via samenwerking en programma's.

I en W stimuleert kennisontwikkeling via het programma Droneboost. Dit is een Nederlands overheidsinitiatief, onder andere van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, dat gericht is op het versnellen van de ontwikkeling en toepassing van drones in Nederland. Het programma heeft als doel een sterk drone-ecosysteem op te bouwen dat bijdraagt aan een veilig, duurzaam en economisch sterk Nederland. Daarbij richt DroneBoost zich op:
- het stimuleren van innovatie en samenwerking tussen overheid, bedrijven en kennisinstellingen;
- het ontwikkelen en opschalen van concrete toepassingen (use cases), zoals in zorg, havens, landbouw, veiligheid en defensie;
- het verbeteren van randvoorwaarden zoals regelgeving, luchtverkeersmanagement (U-space), infrastructuur en opleidingen.

5. Advies over de beroepsopleidingen

5.1 Conclusies over vraag en aanbod

De onderstaande tabel is de prognose van de werkgelegenheid in de Nederlandse drone-industrie afgezet tegen een globale schatting van het aantal studenten dat jaarlijks met een diploma de relevante opleidingen verlaat in het mbo, hbo en wo.

De cijfers vermeld in de kolommen getiteld “werknemers” geven de werkgelegenheid weer in het betreffende segment. Dit is het aantal werknemers waaraan op de arbeidsmarkt behoefte zal bestaan. Dit betreft alleen werkgelegenheid in de bedrijfsgroepen binnen de drone-industrie, niet werkgelegenheid bij gebruikers zoals Defensie, de ANWB, Rijkswaterstaat et cetera.

Het vermelde aantal mbo-studenten met diploma is geschat op basis van de aantallen studenten in de afgelopen jaren en de verwachte aantallen studenten in de mbo-opleidingen voor schooljaar 2026 – 2027. Dit vormt de basis voor de aangegeven verwachtingen voor de periode tot en met 2030.

Voor de hbo- en wo-studenten met diploma is het aantal studenten geschat dat per jaar met een relevant diploma het hbo of wo verlaat. Hierbij gaat het om studenten met opleidingen waarin aandacht wordt besteed aan drones. Deze opleidingen zijn niet in alle gevallen volledig gericht op drones. Drones zijn één van de toepassingen die binnen deze opleidingen worden behandeld. Een groot deel van de vermelde studenten is opgeleid op het gebied van Luchtvaarttechniek/Aerospace technologie. Paragraaf 4.2 gaat hier dieper op in. Er is dus een verschil in betekenis tussen de cijfers voor mbo enerzijds en hbo/wo anderzijds. De vermelde mbo studenten worden specifiek voor drones opgeleid, voor een groot deel van de hbo- en wo-studenten geldt dat niet.

Daarnaast zijn de aantallen studenten met diploma niet gecorrigeerd voor uitval van studenten tijdens het studietraject.

Hoewel de cijfers in de tabel dus met de nodige voorzichtigheid moeten worden geïnterpreteerd, geven zij wel nuttige inzichten in de verhouding tussen de werkgelegenheid en de beschikbaarheid van studenten.

Prognose werkgelegenheid en schatting instroom studenten

Branches	2026		Prognose 2027		Prognose 2028	
	Werknemers	Studenten met diploma	Werknemers	Studenten met diploma	Werknemers	Studenten met diploma
Bouwers van drones/manufacturers	350	11 mbo*	464	7 mbo*	616	0 mbo
Makers van software voor flight control	45	300 hbo 600 wo	60	300 hbo 600 wo	79	300 hbo 600 wo
Makers van software overig	240		318		422	
Consultants overig	100		133		176	
UTM providers	0		0		0	
Makers van payloads	110		146		194	
Makers van infrastructuur	45		60		79	
Operators	2.100	11 mbo*	2.134	8 mbo*	2.169	20 mbo**
Drone trainers	30		40		53	
Anders	15		20		26	

* Dit is de verwachting voor het aantal gediplomeerden uit de opleiding "Drone engineering & operations".
** Dit is de verwachting voor het aantal studenten dat zal diplomeren in "Drone operations specialist".
*** Dit is de verwachting voor het aantal studenten dat zal diplomeren in "Drone engineering & fabrications".

Prognose werkgelegenheid en schatting instroom studenten

Branches	Prognose 2029		Prognose 2030	
	Werknemers	Studenten met diploma	Werknemers	Studenten met diploma
Bouwers van drones/manufacturers	817	20 mbo***	1.083	20 mbo***
Makers van software voor flight control	105	300 hbo 600 wo	139	300 hbo 600 wo
Makers van software overig	560		743	
Consultants overig	233		309	
UTM providers	0		0	
Makers van payloads	257		340	
Makers van infrastructuur	105		139	
Operators	2.205	200 mbo**	2.241	200 mbo**
Drone trainers	70		93	
Anders	35		46	

** Dit is de verwachting voor het aantal studenten dat zal diplomeren in "Drone operations specialist", niet gecorrigeerd voor uitval.
*** Dit is de verwachting voor het aantal studenten dat zal diplomeren in "Drone engineering & fabrications", niet gecorrigeerd voor uitval.

De ruimte voor de mbo-engineering-opleidingen
De bovenstaande informatie maakt enkele zaken duidelijk. Er is veel ruimte op de arbeidsmarkt voor afgestudeerden uit de mbo-opleidingen Drone engineering & operations (inschrijving gesloten, de laatste studenten diplomeren in 2027) en Drone engineering & fabrications. De laatstgenoemde opleiding is in het schooljaar 2025 – 2026 gestart aan het ROC van Amsterdam-Flevoland. De behoefte aan technici op mbo-niveau op de arbeidsmarkt is groot en zal in de komende jaren groot blijven.

De ruimte voor de mbo-operations-opleidingen
De instroom in de opleiding Drone operations specialist zal in het schooljaar 2026 – 2027 fors groeien naar circa 200 deelnemende studenten. Deze studenten komen vanaf 2029 op de arbeidsmarkt.

Om de verwachting voor de ruimte op de arbeidsmarkt voor deze opleiding beter inzichtelijk te maken is het nodig de vraag en het aanbod meer in detail te analyseren. Dit doen we op basis van gemiddelde uitval en doorstroomcijfers in het mbo, afkomstig uit diverse bronnen.[3]

De behoefte op de arbeidsmarkt
De gemiddelde labourturnover (vervangingsvraag) in krappe arbeidsmarkten of dynamische sectoren is in Nederland 15% tot 20% per jaar. De deskundigen in de drone-industrie geven aan dat de doorstroom van piloten in de operatorbedrijven hoog is. Voor de berekeningen in deze schatting gaan we uit van een labourturnover van 17,5%.

[3] Ministerie OCW, OCW in Cijfers – studiesucces mbo (gebaseerd op data van DUO), 2025.
Benchmark mbo (MBO Raad, gebaseerd op DUO-data) 2022.
CBS doorstroomdata (mbo → hbo) 2025
Onderzoek ResearchNed (OCW-opdracht) 2020
CBS Mbo door- en uitstroom, achtergrondkenmerken 2025.
CBS Schoolverlatersonderzoek (SVO) 2025.
ROA Schoolverlaters tussen onderwijs en arbeidsmarkt 2024 – 2025.

De instroom van gediplomeerde studenten Drone operations specialist in de arbeidsmarkt
Als we de studentaantallen voor deze opleiding corrigeren voor uitval en doorstroom, wordt het beeld als volgt:

- Gemiddeld haalt in de mbo niveau 4 opleidingen 70% van de studenten het diploma;
- Van de gediplomeerden stroomt circa 50% door naar het hbo en gaat 50% werken;
- Van degenen die gaan werken gaat 70% aan het werk in een beroep dat verwant is aan de opleiding.

De verhouding vraag-aanbod
Dit alles betekent, dat van de 200 studenten die in september 2026 starten met deze opleiding uiteindelijk circa 50 studenten aan het werk zullen gaan in het beroep waarvoor zij zijn opgeleid (24,5%).

Prognose van de personeelsbehoefte en het aanbod van mbo-studenten uit de opleiding "Drone operations specialist" in 2029 en 2030

	2029	2030
Personeelsbehoefte bij operatorbedrijven (vacatures)	386	392
Instroom gediplomeerde studenten in arbeidsmarkt	70	70
Instroom gediplomeerde studenten in operatorfuncties	49	49

Uit deze cijfers komt naar voren, dat op de arbeidsmarkt veel ruimte bestaat voor de opleiding Drone operations specialist. Let wel, het is vanzelfsprekend mogelijk dat het percentage studenten dat aan het werk gaat (en niet doorstroomt naar het hbo) voor deze opleiding hoger is dan gemiddeld. En het is ook mogelijk dat het percentage studenten dat aan het werk gaat én kiest voor een baan in het beroep waarvoor men is opgeleid voor deze opleiding hoger is dan gemiddeld. Gezien de omvang van de vraag op de arbeidsmarkt kan worden verwacht dat ook als deze percentages hoger blijken te zijn, de baankansen voor deze studenten nog altijd goed zijn.

Daarnaast dient in ogenschouw te worden genomen dat naast de drone-industrie ook Defensie een vraag uitoefent naar operators. Defensie werft op dit moment operators op de "civiele" arbeidsmarkt. Mensen met affiniteit met drones neemt men aan en schoolt men bij in militaire kennis en vaardigheden. De vraag naar operators zal de komende jaren dus nog iets ruimer zijn dan hierboven is berekend. In 2027 werft Defensie 600 mensen op het gebied operations.

De ruimte voor de hbo- en wo-opleidingen
Voor studenten op hbo- en wo-niveau die zich specialiseren op drones zal er in de komende jaren ruim voldoende werk zijn. De drone-industrie concurreert om deze studenten met de luchtvaartsector. In de tabel is het aantal hbo- en wo-studenten afgezet tegen de werkgelegenheid in het maken van software (flight control en overig) en consultancy. Echter ook een substantieel deel van het werk in het advies/ontwerp van drones vraagt om hbo- en wo-mensen. De schaarste aan mensen op hbo- en wo-niveau zal de komende jaren verder toenemen als gevolg van de vraag in de drone-industrie.

5.2 Advies

Tot nu heeft de Nederlandse drone-industrie zich op het gebied van personeelsvoorziening goed kunnen redden zonder ingrijpende interventies op het gebied van onderwijs. Dat heeft te maken met een aantal factoren.

- Bedrijven gaan flexibel om met de eisen die zij stellen aan nieuwe medewerkers. Vaak is enthousiasme voor drones, affiniteit met aanverwante techniek of goede piloot-vaardigheden voldoende om kandidaten aan te nemen. Daarnaast bieden bedrijven doorstroommogelijkheden, waardoor medewerkers aan de drone-industrie gebonden worden.
- Mbo-, hbo- en wo-opgeleiden vinden dronetechnologie en drone operations aantrekkelijk. Hierdoor staan veel mensen met opleidingen op het gebied van engineering (mechanica, embedded systemens, elektrotechniek, mechatronica), avionica, informatica, aerospace systems & control et cetera open voor werk in de drone-industrie.

De behoefte aan arbeidskrachten in de drone-industrie blijft stijgen door dat het gebruik van drone-toepassingen toeneemt. Op dit moment ontstaat er een grote personeelsbehoefte bij Defensie. In de verdere toekomst verwacht men een forse toename van drone-toepassingen door een verruiming van de regelgeving voor het gebruik van het luchtruim.

Het lijkt daarom raadzaam in het beroepsonderwijs een aantal aanvullende maatregelen te treffen om de drone-industrie te ondersteunen. Op basis van een analyse van de verzamelde informatie adviseren wij de samenwerkende partijen het volgende.

1. De opleiding Drone operations specialist (mbo 4)
Deze opleiding voorziet in een behoefte op de arbeidsmarkt en biedt opgeleide studenten goede perspectieven op een baan in een industrie met goede groeiperspectieven en doorstroomkansen. De opleiding wordt in het schooljaar 2026 – 2027 op 11 mbo-scholen aangeboden, zal in september 2026 een totaal van 200 startende studenten hebben. Er lijkt voldoende ruimte te zullen zijn op de arbeidsmarkt zijn voor de gediplomeerde studenten van deze opleiding. Voor de beroepsbeoefenaren zal het wel noodzakelijk zijn zich te blijven ontwikkelen en specialiseren binnen het vakgebied. In de verdere toekomst zullen one-to-many operaties toenemen en zullen meer specialisaties ontstaan binnen het vakgebied operations.

2. De opleiding Drone engineering & fabrications (mbo 4)
De opleiding Drone engineering & fabrications (een uitstroomprofiel binnen de opleiding Technicus engineering) voorziet in een behoefte bij de bouwers van drones. De werkgelegenheid op dit gebied groeit. De vraag op de arbeidsmarkt is aanmerkelijk groter dan het aanbod van gediplomeerde mbo-studenten uit deze opleiding. Het lijkt verantwoord het aantal studenten in deze opleiding te verhogen.

De opleiding Drone engineering & fabrications is gecreëerd door het MBO College Airport (ROC van Amsterdam Flevoland). Indien ook andere scholen dergelijke profielen gaan creëren, vinden bedrijven het belangrijk dat de scholen de benamingen en inhoud van deze profielen zoveel mogelijk gelijk trekken. Zodat het opleidingen-aanbod duidelijk blijft voor de bedrijven.

3. Een “assembleurs-opleiding” niveau mbo 3
Daarnaast ontstaat binnen verschillende bedrijven behoefte aan meer grootschalige productie van drones, en daarmee aan “assembleurs”. Dit maakt het interessant na te gaan of een opleiding op niveau 3 voor het assembleren van drones gecreëerd kan worden.

4. Advies en ontwerp op hbo-niveau
Volgens veel bedrijven is minimaal hbo werk- en denkniveau nodig voor het advies- en ontwerpwerk om een probleem van een klant op te lossen met een opzet waarvan drones deel uit maken. In het hbo zijn wij twee minoren tegengekomen die hier (gedeeltelijk) op zijn gericht:
- De minor “Drones” van de Hogeschool Saxion;
- De minor “Design, build & fly” van Hogeschool van Amsterdam.

Gezien de verwachte ontwikkeling van de vraag op de arbeidsmarkt adviseren wij de samenwerkende partijen het aanbod van dergelijke minoren door te ontwikkelen en deze, naast de bacheloropleiding, ook in de vorm van contractonderwijs/open inschrijving beschikbaar te stellen voor mensen die al werkzaam zijn in de drone-industrie of mensen die in deze sector willen gaan werken.

Het lijkt zinvol met de hbo-instellingen te onderzoeken of het mogelijk is een minor te ontwerpen die in ieder geval de volgende hoofdonderdelen afdekt:
- Drone toepassingen;
- Regelgeving;
- Klantadvies en probleemanalyse;
- Drone design (hardware & software);
- Bouw en testen;
- Uitvoeren van een concreet project met een opdrachtgever.

In een dergelijke minor worden verschillende disciplines met elkaar verbonden:
- Engineering (ontwerp & bouw);
- ICT (besturing, data, AI);
- Bedrijfskunde/commercie (klantadvies);
- Aviation /mobiliteit/logistiek.

Daarnaast raakt een dergelijk programma verschillende actuele thema’s, zoals smart mobility, AI en data, duurzaamheid en veiligheid.

In plaats van direct te starten met een volledige minor kan ook worden gestart met een keuzevak, een honoursprogramma of een projectweek.

5. Software engineering
Er is in Nederland geen volledige opleiding voor het ontwikkelen van software voor drones. Dat is logisch, omdat de software voor drones gericht is op veel verschillende aspecten:
- flight control (stabiliteit & motoren);
- navigatie (positie bepalen);
- autonomie (mission planning, obstacle avoidance, pathplanning, objectherkenning);
- communicatie (data-uitwisseling);
- interface (gebruikersbediening);
- data/payload (toepassingen, camera, sensoren);
- safety (veiligheid);
- compliance (wetgeving);

- architectuur (samenhang in het toestel);
- DevOps (het ontwikkel- en onderhoudsproces).

In de praktijk wordt de software voor deze verzameling aspecten nooit door één persoon verzorgd. Software ontwikkeling is doorgaans ingedeeld in pakketten, zoals:
- hardware en embedded;
- control en navigatie;
- autonomy en AI;
- toepassingen en user interface.

Op elk van deze terreinen zijn in Nederland opleidingen beschikbaar aan de hbo-instellingen en universiteiten. Echter, onderdelen van hbo- en wo-opleidingen (minors, projecten, cursussen) zijn vaak alleen toegankelijk voor studenten die een specifieke Bachelor of Master volgen aan de betreffende onderwijsinstelling.

De drone-industrie is gebaat bij een toegankelijk aanbod van deelopleidingen. Het lijkt daarom zinvol met de samenwerkende partijen en de onderwijsinstellingen na te gaan of het aanbod van opleidingen op het gebied van software engineering gemakkelijker toegankelijk kan worden gemaakt voor bedrijven en werknemers in de drone-industrie. Bijvoorbeeld in de vorm van kortere opleidingen, die “los” te volgen zijn, waarbij men niet per sé een volledige Bachelor of Master hoeft te doen. Nagegaan kan worden of de beschikbare kennis via cursussen/trainingen/ contractopleidingen/post-hbo opleidingen beschikbaar kan worden gesteld.

6. Modulair aanbod van cursussen uitbreiden, ook online
De drone-industrie is er op ingesteld snel in te spelen op ontwikkelingen in de markt, de regelgeving en de behoefte van klanten. Dat vraagt van de bedrijven en medewerkers in deze sector dat zij zich snel nieuwe kennis en vaardigheden kunnen eigen maken. Dat zit als het ware “in het DNA” van de drone-industrie. Dat vraagt ook dat nieuwe kennis/opleidingen/trainingen snel en in een makkelijk hanteerbare vorm beschikbaar zijn.

Het hierboven geformuleerde advies over de opleidingen op het gebied van software engineering is ook relevant voor andere kennisgebieden, zoals de techniek (advies, ontwerp en bouw) en operations: Zorg dat het aanbod van opleidingen en deelopleidingen in mbo, hbo en wo toegankelijk wordt als losse onderwijseenheden, zonder dat inschrijving voor de hele opleiding nodig is. Hiermee wordt bijscholing en levenlang ontwikkelen (LLO) in de drone-industrie optimaal gefaciliteerd.

Een manier van kennisdeling die goed bij deze sector past is het aanbieden van online opleidingen. Het aanbod van Geoversity kan daarbij als voorbeeld dienen. https://www.geoversity.io/ Met de kennisinstellingen in mbo, hbo en wo kan worden verkend welke opleidingen op deze manier kan worden aangeboden.

7. Structurele samenwerking bedrijfsleven - onderwijs verder intensiveren en professionaliseren
Elk van de geformuleerde adviezen vraagt samenwerking tussen bedrijven en scholen. De drone-industrie groeit, heeft de interesse van jonge mensen en biedt kansen voor loopbanen en doorontwikkeling. Daarom zou het voor zowel voor de drone-industrie als voor het onderwijs als voor de Nederlandse economie goed zijn structurele samenwerking op te zetten tussen bedrijven en onderwijs.

Gezien de samenstelling van de deelnemers aan Dutch Drone Delta, zou dit samenwerkingsverband hierin het voortouw kunnen nemen.

Hierbij zou het goed zijn als de vertegenwoordiging van de bedrijven in deze diverse industrie helder wordt geregeld.

Het opstellen van een Human Capital Agenda kan een logische vervolgstap zijn. Een dergelijke agenda brengt bedrijven, onderwijsinstellingen en overheden samen rond een gezamenlijke visie op de toekomstige personeels- en vaardigheidsbehoefte van de drone-sector. Daarbij worden afspraken gemaakt over onderwijsontwikkeling, stages, leven lang ontwikkelen, omscholing en arbeidsmarktmonitoring, zodat voldoende gekwalificeerd personeel beschikbaar komt voor de verdere groei van de Nederlandse drone-industrie. Om een dergelijke aanpak te ondersteunen kan worden gedacht aan het creëren van een structurele voorziening zoals een project bureau onderwijs-arbeidsmarkt of een opleidingsfonds.

De stappen genoemd in de bovenstaande alinea zijn vrij zwaar en wellicht pas op termijn haalbaar. De partijen kunnen ook kleinere stappen zetten.

- Met het initiëren van dit arbeidsmarktonderzoek heeft Dutch Drone Delta een eerste stap gezet op dit gebied.
- Het toevoegen van een deelnemer uit de onbemande luchtvaart aan het marktsegment Luchtvaart van SBB. Dit marktsegment zorgt voor afstemming tussen mbo-scholen en bedrijven van inhoud en inzet van de reguliere mbo-opleidingen.
- Het verkennen van mogelijkheden om (een deel van) de adviezen uit dit onderzoek om te zetten in acties kan een vervolgstap zijn.
- Zinvolle initiatieven, ook in het kader van een Human Capital Agenda, zijn bijvoorbeeld het realiseren van een practoraat (gericht op de aansluiting tussen de mbo-opleidingen en de ontwikkelingen in de bedrijven) en een Centre for Teaching and Learning (gericht op de kwaliteit van het onderwijs en de ontwikkeling van docenten).

Bijlage 1. Functies in de drone-industrie

1.1 Algemene beschrijving en functienamen

Bij de bedrijven in de Nederlandse drone-industrie komen we tijdens het onderzoek de volgende hoofdgroepen van functies tegen.

1. Drone engineer/ontwerper/adviseur
2. Drone technicus
3. Assembleur
4. USV technician varende drones
5. Overig advies en onderzoek
6. Software engineer
7. Data-analist
8. Operations
9. Makers van andere software

In de volgende paragraaf worden deze functiegroepen meer in detail beschreven. Hierbij gaan we in op de functienamen, taken, de vereiste kennis en vaardigheden, het gewenste gedrag, de verantwoordelijkheid die bij de functie hoort, de complexiteit van de functie, het geschatte niveau en wettelijke beroepsvereisten.

1.2 Beschrijving per functie

1.2.1 Drone engineer/ontwerper/adviseur

Werkomgeving, functienamen en functietaken

De engineer/ontwerper vertaalt een vraagstuk van een klant naar een technische oplossing, waarvan de drone een onderdeel is. Het einddoel hierbij is niet de drone zelf, maar het leveren van de informatie of actie waaraan de klant behoefte heeft. Dit kan bestaan uit een variëteit aan zaken: foto- of filmbeelden, het meten van gegevens, het uitvoeren van handelingen (b.v. reparaties) of transport. Deze functionaris werkt onder andere bij adviesorganisaties die in veel gevallen gericht zijn op een specifiek kennisdomein zoals landbouw, industrie, mapping en surveying.

Functienamen: Mechanical engineer, drone ontwerper, drone engineer, adviseur, adviseur begeleiding & doorontwikkeling.

In deze functie zitten elementen van mechanical engineer, drone ontwikkelaar en adviseur.
Hierbij horen de volgende functietaken.

Adviseren en begeleiden van de klant
- Klanten adviseren over de inzet van drones in hun processen
- Meedenken over strategische toepassingen en businesscases
- Kosten-batenanalyses uitvoeren (ROI-berekeningen)
- Adviseren over:
    - Type drone (multi-rotor vs. fixed-wing)
    - Sensorconfiguraties
    - Operationele inzet
- Ondersteunen bij implementatie en integratie in bedrijfsprocessen
- Training en begeleiding van eindgebruikers
- Signaleren van innovatiekansen en nieuwe toepassingen
- Vertalen van technologische mogelijkheden naar praktische oplossingen

Vertalen van klantvragen naar technische oplossingen
- Analyseren van klantbehoeften
- Opstellen van technische specificaties
- Ontwerpen van maatwerkoplossingen

Ontwerpen en ontwikkelen van drones
- Ontwerpen van mechanische onderdelen zoals:
    - Frame/chassis (licht maar sterk)
    - Propellers en motoropstellingen
    - Landing gear
- Selecteren van materialen (bijv. carbon fiber, aluminium)
- Opstellen van CAD-modellen (bijv. SolidWorks, CATIA)
- Samenwerken met andere engineers

Analyseren en optimaliseren van prestaties
- Berekenen van aerodynamica, gewicht en energieverbruik
- Simulaties uitvoeren (CFD, FEM)
- Optimaliseren van efficiëntie, stabiliteit en payload

Integreren van systemen
- Integreren van sensoren, camera’s, batterijen en communicatie
- Zorgen voor goede plaatsing, balans en bescherming

Testen en valideren
- Prototypes bouwen en testen
- Testvluchten uitvoeren
- Data analyseren en ontwerp verbeteren
- Voldoen aan veiligheids- en kwaliteitsnormen

Vertalen van het prototype naar productie
- Ontwerp geschikt maken voor serieproductie (DFM/DFA)
- Selecteren van productiemethoden (CNC, 3D-print, spuitgieten)
- Opstellen van:
    - Technische tekeningen
    - BOM (Bill of Materials)
    - Toleranties en specificaties
- Samenwerken met leveranciers
- Kostenoptimalisatie en schaalbaarheid realiseren
- Kwaliteitscontrole en productiestandaarden vastleggen

Projectmanagement en samenwerken
- Werken in multidisciplinaire teams
- Stakeholdermanagement
- Planning, budget en deadlines bewaken

Voldoen aan regelgeving en compliance
- Adviseren over dronewetgeving en gebruiksbeperkingen
- Ontwerpen volgens luchtvaart- en veiligheidsnormen
- Ondersteunen bij certificering en documentatie

Doorontwikkelen en onderhoudsstrategie opstellen
- Feedback van gebruikers analyseren
- Verbeteringen en iteraties doorvoeren
- Onderhoudsstrategieën ontwikkelen

Vereiste kennis
Deze functionaris heeft een brede en multidisciplinaire kennis nodig.
- Werktuigbouwkundige basiskennis: Sterkteleer, dynamica en mechanica, materiaalkunde, productietechnieken, thermodynamica en warmtehuishouding.
- Aerodynamica en luchtvaartkennis.
- Basiskennis elektrotechniek & mechatronica: Motoren en aandrijfsystemen, batterijen en energiebeheer, sensoren, integratie van hardwarecomponenten.
- CAD, simulatie en engineeringsoftware.
- Productie- en industrialisatiekennis: Design for Manufacturing (DFM), design for Assembly (DFA), toleranties en passing, kwaliteitscontrole en productiestandaarden, supply chain en leverancierskeuzes.
- Systeemdenken en integratie: Begrip van complete systemen (mechanisch + elektrisch + software), interfacebeheer tussen componenten, betrouwbaarheid en faalmechanismen.
- Toepassingskennis: Specifieke kennis van het domein waarop de vraag is gericht, bijvoorbeeld landbouw, industrie, openbare veiligheid et cetera.
- Advies- en businesskennis: Kosten-batenanalyses (ROI), businesscases opstellen, procesoptimalisatie bij klanten, technisch advies vertalen naar begrijpelijke taal, markten en trends in dronegebruik.
- Regelgeving en certificering: Europese dronewetgeving (EASA), veiligheidsnormen en luchtvaartregels, certificeringseisen voor drones.
- Communicatie en samenwerken: Klantgesprekken voeren, technische informatie duidelijk uitleggen, samenwerken in multidisciplinaire teams, stakeholdermanagement

Vereiste vaardigheden
- Technisch: Ontwerpen (CAD) en simuleren.
- Analytisch & probleemoplossend: problemen analyseren en oplossen, data interpreteren en optimaliseren.
- Praktisch & productiegericht: Prototypes bouwen en testen, ontwerpen geschikt maken voor productie.
- Systeemdenken: Samenhang tussen mechanica, elektronica en software begrijpen.
- Communicatie & advies: Klantbehoeften vertalen naar oplossingen, techniek duidelijk uitleggen
- Projectmatig werken: Plannen, organiseren en samenwerken
- Innovatie: creatief denken en nieuwe oplossingen ontwikkelen

Gewenst gedrag
- Proactief en initiatief nemend: zelf kansen en verbeteringen signaleren
- Klantgericht: meedenken met de gebruiker en praktische oplossingen bieden
- Nauwkeurig en kwaliteitsbewust: oog voor detail en betrouwbaarheid
- Samenwerkingsgericht: effectief werken in multidisciplinaire teams
- Analytisch en kritisch: onderbouwde keuzes maken
- Innovatief en leergierig: openstaan voor nieuwe technologieën en ideeën

Verantwoordelijkheden
- Ontwerpen en ontwikkelen van drones en mechanische systemen
- Analyseren en optimaliseren van prestaties (gewicht, stabiliteit, efficiëntie)
- Testen en valideren van prototypes en systemen
- Vertalen van klantvragen naar technische en toepasbare oplossingen
- Begeleiden van industrialisatie (van prototype naar productie)
- Adviseren van klanten over toepassingen, inzet en keuzes
- Samenwerken met teams en leveranciers voor integratie en realisatie
- Borgen van kwaliteit, veiligheid en regelgeving

Complexiteit
- Multidisciplinair karakter: combinatie van mechanica, elektronica en software
- Variatie in toepassingen: maatwerk voor sectoren zoals landbouw, industrie en veiligheid
- Technische afwegingen: balans tussen prestaties, kosten, gewicht en maakbaarheid
- Onzekerheid en innovatie: werken met nieuwe technologieën en prototypes
- Regelgeving en veiligheid: voldoen aan strikte drone- en luchtvaartregels
- Klant- en projectdynamiek: verschillende stakeholders en veranderende eisen

Geschat niveau

De meeste organisaties die wij hierover hebben geraadpleegd schatten dat deze functie zich bevindt op hbo BA niveau, NLQF niveau 6.

Wettelijke beroepsvereisten

Geen. Voor de engineer gelden geen wettelijke beroepsvereisten. De software engineer heeft in het werk wel te maken met regelgeving op het gebied van productveiligheid en certificering
De ontwikkelaar die software ontwikkelt voor commerciële drones of veiligheidskritische systemen (bijv. inspectie, delivery, defensie) heeft te maken met de geldende regelgeving voor de betreffende terreinen, zoals de CE-markering (productveiligheid), luchtvaartnormen (bijv. EASA) en cybersecurity-

eisen. Echter dit zijn eigen aan het systeem of het product dat de beroepsbeoefenaar maakt, niet verbonden aan de beroepstitel.

1.2.2 Drone technicus

Werkomgeving, functienamen en functietaken
De drone technicus bouwt, modificeert, onderhoudt en repareert drones. De

Werkomgeving: Functienamen: Drone technicus, support medewerker, medewerker incidents.

Installatie en configuratie
- Opbouwen en configureren van drones (multirotor en fixed wing)
- Installeren van avionica, sensoren en payloads (camera's, LiDAR, thermisch)
- Kalibreren van systemen (IMU, kompas, GPS)
- Configureren van flight controllers en ground control software

Onderhoud en reparatie
- Uitvoeren van preventief en correctief onderhoud
- Inspecteren van motoren, propellers, batterijen en frames
- Vervangen van defecte onderdelen
- Firmware en software updaten

Storingen analyseren en oplossen
- Diagnoses stellen bij vluchtproblemen of systeemstoringen
- Analyseren van flight logs en telemetrie
- Oplossen van hardware-, software- en communicatieproblemen

Operationele ondersteuning (in een deel van de gevallen)
- Voorbereiden van vluchten (pre-flight checks)
- Assisteren bij drone-operaties in het veld
- Monitoren van systemen tijdens vlucht
- Ondersteunen bij noodprocedures of incidenten

Communicatie en dataverbinding
- Configureren en testen van radio- en datalinks
- Troubleshooting van signaalverlies of interferentie
- Optimaliseren van bereik en betrouwbaarheid

Data- en systeembeheer
- Verwerken en controleren van verzamelde data (beeldmateriaal, scans)
- Beheren van vluchtlogs en configuraties
- Zorgen voor correcte opslag en overdracht van data

Documentatie en rapportage
- Vastleggen van onderhoud, reparaties en vluchtgegevens
- Opstellen van technische rapporten
- Bijhouden van compliance-documentatie

Veiligheid en regelgeving
- Werken volgens luchtvaartregels (EASA / ILT in NL)
- Uitvoeren van risicoanalyses (SORA, operationele risico's)
- Zorgen voor veilige uitvoering van operaties

Vereiste kennis
- Elektrotechniek / elektronica: Motorsturing, ESC's, batterijen (LiPo/Li-ion)
- Avionica en flight control systemen: Flight controllers (bijv. PX4, Ardupilot), Stabilisatie en navigatie
- Luchtvaartkennis (basis): Aerodynamica, vluchtprincipes
- Sensoren en payloads: Camera's, multispectral, LiDAR, thermisch
- ICT en software : Netwerken, telemetrie, configuratiesoftware, Basis scripting (bijv. Python)
- Communicatiesystemen: RF, telemetry links, GNSS
- Wet- en regelgeving: Drone regelgeving (EASA Open/Specific categorieën)
- Data-analyse (basis): Verwerking van beeld- en meetdata

Vereiste vaardigheden
- Troubleshooting: Systematisch analyseren van storingen
- Technisch inzicht: Begrijpen van samenhang tussen systemen
- Assemblage en reparatie: Precisiewerk met kleine componenten
- Software en analyse: Werken met flight logs en configuratietools
- Praktisch werken in veld: Onder tijdsdruk technische problemen oplossen
- Communicatie: Afstemmen met piloten, engineers en klanten
- Organisatievermogen: Werken met checklists en procedures

Gewenst gedrag
- Nauwkeurig en gestructureerd
- Werkt volgens checklists en protocollen
- Verantwoordelijk
- Begrijpt veiligheidsrisico's van luchtvaart
- Proactief
- Voorkomt storingen door preventief handelen
- Stressbestendig
- Blijft kalm bij vluchtproblemen
- Flexibel
- Bereid tot werken op locatie of in veldomstandigheden
- Samenwerkingsgericht
- Werkt goed samen met piloten en projectteams
- Leergierig
- Blijft op de hoogte van snel veranderende technologie

Verantwoordelijkheden
- Luchtwaardigheid van systemen
- Garanderen dat drones veilig kunnen vliegen
- Operationele betrouwbaarheid
- Minimaliseren van storingen en risico's
- Veiligheid
- Naleven van luchtvaart- en bedrijfsregels
- Data-integriteit
- Zorgen voor correcte en bruikbare data
- Technisch beheer
- Onderhouden en documenteren van systemen
- Ondersteuning operaties
- Bijdragen aan succesvolle missies
- Compliance
- Voldoen aan wet- en regelgeving

Complexiteit van de functie
De functie van drone technicus (UAS) is middelhoog tot hoog complex, door:
- Technische complexiteit: Integratie van elektronica, software, avionica en sensoren
- Werken met snel evoluerende technologie

Operationele complexiteit
- Vluchten in dynamische luchtruimomstandigheden
- Afhankelijk van weersinvloeden en regelgeving

Probleemcomplexiteit
Storingen zijn vaak combinatie van:
- hardware (motor, ESC)
- software (flight controller)
- communicatie (telemetrie)

Veiligheidsimpact
- Direct risico op:
    - schade aan mensen of eigendommen
    - incidenten in luchtruim
- Strikte naleving van regels noodzakelijk

Autonomie en verantwoordelijkheid
- Vaak zelfstandig technische beslissingen nemen
- Directe invloed op veiligheid en missie-uitkomst

Geschat niveau
De meeste organisaties die wij hierover hebben geraadpleegd schatten dat deze functie zich bevindt op mbo-niveau 4 of hbo-ad niveau, NLQF niveau 4 of 5.

Wettelijke beroepsvereisten
Geen.

1.2.3 Assembleur

Deze is een drone technicus die zich hoofdzakelijk richt op het in elkaar bouwen van drones. Deze komt voor in de productie-activiteiten, bij dronebouw-bedrijven, in grootschalige productieafdelingen. De taken, kennis, vaardigheden, gedrag, veantwoordelijkheid van de assembleur zijn iets beperkter dan van de meer allround drone technicus.

Functietaken

Assemblage en productie
- Monteren van dronecomponenten (frame, motoren, propellers)
- Installeren van elektronica (ESC's, flight controllers, bekabeling)
- Integreren van sensoren en payloads (camera's, GPS, IMU)
- Volgen van werkvoorschriften, tekeningen en assemblage-instructies

Bekabeling en solderen
- Solderen van elektronische componenten en verbindingen
- Aanleggen en netjes wegwerken van bekabeling
- Controleren van elektrische verbindingen en polariteit

Testen en kwaliteitscontrole
- Uitvoeren van functionele tests (motoren, sensoren, communicatie)
- Controleren van assemblagekwaliteit (mechanisch en elektrisch)
- Signaleren en rapporteren van afwijkingen of fouten
- Kalibreren van systemen (kompas, sensoren)

Eindcontrole en oplevering
- Uitvoeren van pre-delivery checks
- Samenstellen en verpakken van eindproducten
- Zorgdragen voor een volledig en correct product

Reparatie en rework
- Herstellen van productie- of assemblagefouten
- Vervangen van defecte onderdelen
- Optimaliseren van assemblageprocessen

Documentatie en registratie
- Registreren van productiegegevens en serienummers
- Bijhouden van testresultaten en kwaliteitscontroleformulieren
- Werken met ERP- of productievolgsystemen

Werkplekbeheer
- Zorgdragen voor een nette en veilige werkomgeving
- Onderhouden van gereedschappen en werkstations
- Toepassen van ESD-richtlijnen (bescherming tegen statische elektriciteit)

Vereiste kennis

- Basis elektrotechniek / elektronica: Spanning, stroom, componenten (weerstanden, printplaten)
- Assemblagetechnieken: Mechanische montage en bevestigingsmethoden
- Solderen en elektronica: Soldeertechnieken en PCB-assemblage
- Technische tekeningen lezen: Schema's, werkvoorschriften en handleidingen
- Dronecomponenten (basis): Motoren, ESC's, flight controllers, batterijen
- Kwaliteitsnormen: Basiskennis van productie- en kwaliteitsprocedures
- Veiligheid: Werken met elektrische systemen en LiPo-batterijen

Vaardigheden
- Fijnmotorisch werken: Nauwkeurig assembleren van kleine onderdelen
- Technisch inzicht: Begrijpen hoe componenten samenwerken
- Solderen en monteren: Bekwaam in precisiewerk
- Kwaliteitsgericht werken: Oog voor detail en afwerking
- Lezen van instructies: Werken volgens procedures en tekeningen
- Probleemsignalering: Fouten herkennen en melden
- Samenwerken: Werken in productie- of assemblageteams
- Tempo en efficiëntie: Werken binnen productiedoelstellingen

Gewenst gedrag
- Nauwkeurigheid: Werkt zeer precies en foutloos
- Discipline: Volgt procedures en kwaliteitsnormen strikt
- Betrouwbaarheid: Consistente output en kwaliteit leveren
- Verantwoordelijkheidsgevoel: Begrijpt impact van fouten op eindproduct
- Teamgericht: Werkt goed samen in productielijnen
- Flexibiliteit: Kan schakelen tussen verschillende producten of taken
- Leergierigheid: Staat open voor nieuwe technieken en productupdates

Verantwoordelijkheden
- Productkwaliteit: Zorgdragen voor correcte assemblage volgens specificaties
- Foutreductie: Minimaliseren van productiefouten en rework
- Veiligheid: Correct omgaan met gereedschap en batterijen
- Efficiëntie: Productietempo halen zonder kwaliteitsverlies
- Traceerbaarheid: Correct registreren van onderdelen en testresultaten
- Naleving van procedures: Werken volgens vastgestelde normen en richtlijnen

Complexiteit van de functie
De functie van drone-assembleur heeft een lage tot middelhoge complexiteit, afhankelijk van productniveau:

Technische complexiteit
- Werken met gecombineerde systemen (mechanisch + elektronisch)
- Complexiteit stijgt bij high-end drones (bijv. military/industrial)

Precisie en detailniveau
- Hoge nauwkeurigheid vereist
- Werken met delicate en gevoelige componenten

Procescomplexiteit
- Strikte werkprocedures en kwaliteitsstandaarden
- Vaak onderdeel van een gestroomlijnde productielijn

Verantwoordelijkheidsimpact
Fouten kunnen leiden tot:
- defecte drones
- veiligheidsrisico's
- reputatieschade voor bedrijf

Autonomie
- Meestal beperkte autonomie: Werkt volgens vaste instructies en processen
- Bij senior rollen meer invloed op:
- procesverbetering
- kwaliteitscontrole

Geschat niveau
De meeste organisaties die wij hierover hebben geraadpleegd schatten dat deze functie zich bevindt op mbo niveau 3, NLQF niveau 3.

Wettelijke beroepsvereisten
Geen.

1.2.4 USV technician

Algemeen en werkomgeving

Een USV technician (Unmanned Surface Vehicle/onbemand vaartuig) werkt met autonome of op afstand bestuurde schepen die worden ingezet voor o.a. bouwprojecten op zee, hydrografie, offshore, defensie en inspecties. De functietaken liggen op het snijvlak van techniek, IT en maritieme systemen. Zijn werkomgeving is divers:

- In havens en offshore omgevingen/bouwbedrijven;
- Op onderzoeksschepen of support vessels;
- In defensieprojecten;
- In hydrografie en surveybedrijven.

Taken

De USV Technician maakt en onderhoudt de drone. Hij kan storingen oplossen. In sommige organisaties neemt hij/zij ook deel aan operatie en/of verwerking van de verzamelde data.

1. Installatie en configuratie van systemen
- Opbouwen en integreren van USV-platforms
- Installeren van sensoren (sonar, LiDAR, camera's, GPS)
- Configureren van navigatie- en besturingssoftware
- Kalibreren van meetapparatuur

2. Onderhoud en service
- Preventief onderhoud aan mechanische en elektrische systemen
- Inspecteren van romp, motoren en aandrijving
- Controleren van communicatie- en navigatieapparatuur
- Updaten van software en firmware

3. Storingen analyseren en oplossen
- Diagnoses stellen bij technische storingen (hardware/software)
- Repareren of vervangen van defecte onderdelen
- Opsporen van problemen in communicatie (radio, satelliet, 4G/5G)
- Testen na reparatie om werking te garanderen

4. Operationele ondersteuning (in een deel van de gevallen)
- Helpen met het transport van de drone
- Voorbereiden van missies (routeplanning, instellingen)
- Monitoren van USV-operaties op afstand
- Assisteren bij lancering en terughalen van vaartuigen
- Ingrijpen bij afwijkingen of noodsituaties

5. Data- en systeembeheer (in een deel van de gevallen)
- Verwerken en controleren van verzamelde data (bijv. dieptemetingen)
- Beheren van software, logs en dataopslag
- Zorgen voor nauwkeurige synchronisatie van systemen

6. Communicatie en connectiviteit
- Opzetten en onderhouden van communicatieverbindingen
- Controleren van datastreams tussen USV en controlecentrum
- Troubleshooten van netwerk- en signaalproblemen

7. Documentatie en rapportage
- Bijhouden van onderhouds- en storingsrapporten
- Documenteren van configuraties en wijzigingen
- Rapporteren van prestaties en eventuele incidenten

8. Veiligheid en regelgeving
- Werken volgens maritieme en technische veiligheidsnormen
- Risicoanalyses uitvoeren voor operaties
- Zorgen dat systemen voldoen aan regelgeving (bijv. offshore/defensie)

9. Samenwerking en klantcontact
- Samenwerken met andere engineers, operators en projectteams
- Uitleg geven aan klanten of gebruikers
- Ondersteunen bij trainingen of demonstraties

Vereiste kennis
- Elektrotechniek / mechatronica: Aandrijfsystemen, sensoren, voedingen.
- Maritieme systemen: Navigatie (GPS/GNSS), AIS, autopilots.
- Sensor- en meetsystemen: Sonar, LiDAR, camera's, hydrografische apparatuur.
- ICT & software: Netwerken (TCP/IP), telemetrie, remote control systemen, Basis van programmeren / scripting (bijv. Python)
- Communicatietechnologie: Radio, satelliet, 4G/5G dataverbindingen;
- Data-acquisitie en verwerking: Meetdata interpreteren en valideren;
- Veiligheid en regelgeving: Maritieme wetgeving en elektrische veiligheid.

Vereiste vaardigheden
- Storingsanalyse (troubleshooting): Snel en systematisch problemen opsporen;
- Technisch onderhoud: Preventief en correctief onderhoud uitvoeren;
- Integratievaardigheden: Componenten en systemen samen laten werken;
- Digitale vaardigheden: Werken met softwaretools, monitoring en logs;
- Praktisch werken: Sleutelen aan hardware in veldomstandigheden;
- Communicatievaardigheden: Overleggen met engineers, operators en klanten;
- Stressbestendigheid: Werken onder tijdsdruk tijdens operaties.

Gewenst gedrag
- Nauwkeurig en kwaliteitsgericht: Werkt gestructureerd en voorkomt fouten
- Proactief: Signaleert problemen voordat ze kritiek worden
- Verantwoordelijkheidsgevoel: Begrijpt het belang van continue operaties
- Flexibel: Bereid om te reizen en onregelmatig te werken (offshore/veldwerk)
- Samenwerkingsgericht: Werkt goed in multidisciplinaire teams
- Leergierig: Houdt nieuwe technologieën en systemen bij
- Veiligheidsbewust: Handelt altijd volgens veiligheidsprocedures

Verantwoordelijkheden

- Operationele inzetbaarheid: Zorgen dat de USV volledig functioneel is vóór en tijdens missies.
- Technische betrouwbaarheid: Minimaliseren van storingen en downtime.
- Onderhoud en inspectie: Uitvoeren en vastleggen van periodiek onderhoud.
- Data-integriteit: Waarborgen dat meetdata correct en bruikbaar is.
- Probleemoplossing: Snel ingrijpen bij technische storingen.
- Veiligheid: Werken volgens veiligheids- en milieunormen.
- Documentatie: Correct bijhouden van rapportages en configuraties.
- Klanttevredenheid: Professionele ondersteuning en advies bieden

Complexiteit van de functie

De functie van USV technician heeft een middelhoge tot hoge complexiteit, vanwege:

- Technische complexiteit: Combinatie van mechanica, elektrotechniek, IT en maritiem. Werken met geïntegreerde en autonome systemen
- Operationele complexiteit: Werken in dynamische omgevingen (zee, offshore, havens). Afhankelijkheid van weer, communicatie en externe factoren
- Probleemcomplexiteit: Storingen zijn vaak multidisciplinair (hardware + software + communicatie). Diagnoses vereisen analytisch inzicht en ervaring.
- Verantwoordelijkheidsdruk: Systemen worden ingezet in kritische operaties. Fouten kunnen leiden tot dataverlies, schade aan apparatuur, vertraging van projecten.
- Autonomie: Vaak zelfstandig werken op locatie of remote. Eigen beslissingen nemen bij storingen of afwijkingen

Geschat niveau

De meeste organisaties die wij hierover hebben geraadpleegd schatten dat deze functie zich bevindt op mbo-niveau 4, NLQF niveau 4.

Wettelijke beroepsvereisten

Geen.

1.2.5 Overig advies en onderzoek

Werkomgeving, functienamen en functietaken
Afgezien van het ontwerpen van drones voor toepassingen worden er in Nederland tal van andere onderzoeks- en ontwikkelactiviteiten verricht in de drone-industrie. Het gaat vaak om onderzoek naar toepassingen, impact en regelgeving van drones en om advies aan overheden over beleid en implementatie. Dit advies en onderzoek beweegt zich op het snijvlak van techniek, beleid en maatschappij.

Voorbeelden hiervan zijn:
- Beleidsadvisering aan overheden, Rijksoverheid, gemeenten over het inzetten van drones en veiligheidsaspecten.
- Impactassessments van alles wat door de lucht vliegt op veiligheid, geluid en duurzaamheid.
- Behoeften aan en mogelijkheden voor wijzigingen wet- en regelgeving.
- Advisering aan overheden over het omwerken van kaders voor bemande luchtvaart naar kaders voor onbemande luchtvaart.
- Overig onderzoek met betrekking tot drones, zoals:
    - mogelijkheden om specifieke activiteiten (b.v. pakketbezorging) met drones uit te voeren op een veilige, efficiënte en duurzame manier?
    - integratie van drones in het bestaande luchtverkeer.

Functienamen: Onderzoeker, adviseur, R&D engineer, projectleider.

Functietaken
De functie taken lopen uiteen, door de gevarieerde aard van de opdrachten en vragen.

Beleids- en advieswerk
- Adviseren van overheden (Rijk, gemeenten) over:
    - Inzet van drones
    - Veiligheidsaspecten
- Meewerken aan ontwikkeling en aanpassing van wet- en regelgeving
- Vertalen van luchtvaartkaders van bemand naar onbemand vliegen

Strategische en conceptuele ontwikkeling
- Signaleren van nieuwe toepassingen en kansen voor drones
- Uitwerken van scenario's en toekomstvisies
- Adviseren over implementatie en beleid

Onderzoek en analyse
- Uitvoeren van onderzoek naar inzet van drones (bijv. pakketbezorging, integratie in luchtverkeer) [beschrijvi...rig advies | Word]
- Analyseren van impact op veiligheid, geluid en duurzaamheid [beschrijvi...rig advies | Word]
- Onderzoeken van technische en operationele haalbaarheid van droneconcepten

Project- en samenwerkingsactiviteiten
- Coördineren van onderzoeks- en adviesprojecten
- Samenwerken met:
    - Overheden
    - kennisinstellingen
    - bedrijven
- Rapporteren van onderzoeksresultaten en aanbevelingen

Vereiste kennis
- Drone- en luchtvaartkennis: werking en toepassingen van drones, integratie van drones in luchtruim (U-space, air traffic), veiligheidsaspecten en risicoanalyse.
- Wet- en regelgeving: Europese en nationale dronewetgeving, luchtvaartregels en certificering, beleidsprocessen binnen overheid.
- Impact en omgevingskennis: Geluid, duurzaamheid en milieu-impact, veiligheids- en risicoanalyses, maatschappelijke en ethische aspecten.
- Onderzoeksmethodiek: Data-analyse en rapportage, impactstudies en scenario-analyse, evalueren van nieuwe technologieën.

Vereiste vaardigheden
- Analytisch en onderzoekend: Problemen en vraagstukken systematisch analyseren, data interpreteren en conclusies trekken, scenario's en effecten inschatten.
- Adviesvaardigheden: Complexe informatie vertalen naar duidelijke adviezen, beleidsmakers ondersteunen in besluitvorming, strategisch meedenken.
- Communicatie: Duidelijk rapporteren en presenteren, samenwerken met diverse stakeholders, techniek begrijpelijk uitleggen.
- Projectmatig werken: projecten plannen en organiseren, overzicht houden over meerdere belangen, resultaatgericht werken.

Gewenst gedrag
- Integraal en maatschappelijk bewust handelen: Afwegingen maken die niet alleen technisch haalbaar zijn, maar ook maatschappelijk wenselijk (veiligheid, privacy, duurzaamheid).
- Onafhankelijk en objectief adviseren: Adviezen baseren op feiten, analyses en onderzoek, zonder onevenredige beïnvloeding door belangen van stakeholders.
- Proactief en toekomstgericht: Actief signaleren van trends, kansen en risico's (bijv. technologische ontwikkelingen, veranderende regelgeving) en hier strategisch op inspelen.
- Samenwerkingsgericht: Effectief opereren in netwerken met overheden, kennisinstellingen en bedrijven, waarbij belangen kunnen verschillen.
- Communicatief sterk en verbindend: Complexe technische en beleidsmatige vraagstukken begrijpelijk maken voor niet-specialisten (zoals beleidsmakers of bestuurders).
- Nauwkeurig en analytisch: Zorgvuldig omgaan met data, aannames en rapportages, met oog voor detail en onderbouwing.
- Flexibel en adaptief: Kunnen schakelen tussen uiteenlopende projecten en vraagstukken door de dynamiek van de sector.

Verantwoordelijkheden

Inhoudelijke verantwoordelijkheid
- Kwaliteit en betrouwbaarheid van analyses, onderzoeken en adviezen waarborgen
- Correct interpreteren van wet- en regelgeving en vertaling naar praktijktoepassingen
- Onderbouwen van beleidsadvies met valide data en scenario-analyses

Projectverantwoordelijkheid
- Plannen, uitvoeren en bewaken van onderzoeks- en adviesprojecten
- Aansturen van projectteams of samenwerking met externe partijen
- Bewaken van deadlines, budgetten en deliverables

Stakeholdermanagement
- Onderhouden van relaties met overheden, kennisinstellingen en bedrijven
- Afstemmen van uiteenlopende belangen en verwachtingen
- Presenteren van resultaten en aanbevelingen aan besluitvormers

Beleids- en implementatieverantwoordelijkheid
- Bijdragen aan ontwikkeling en implementatie van dronebeleid
- Adviseren over aanpassing van bestaande luchtvaartkaders naar onbemande luchtvaart
- Ondersteunen van besluitvorming bij publieke organisaties

Innovatie en kennisontwikkeling
- Signaleren van nieuwe toepassingen en ontwikkelingen in dronegebruik
- Bijdragen aan kennisopbouw binnen organisatie en sector
- Evalueren van nieuwe technologieën en toepassingen

Complexiteit van de functie
De complexiteit van deze functies is **hoog**, en komt voort uit meerdere dimensies.
Inhoudelijke complexiteit
- Combinatie van verschillende kennisdomeinen:
    - Techniek (drones, luchtverkeer)
    - Wet- en regelgeving
    - Beleid en governance
    - Maatschappelijke impact (veiligheid, duurzaamheid)
- Werken met onzekere of nieuwe technologieën (bijv. U-space, integratie in luchtruim)

Omgevingscomplexiteit
- Veelheid aan stakeholders met verschillende belangen (overheid, industrie, burgers)
- Politiek-bestuurlijke context waarin besluiten gevoelig kunnen zijn
- Snel veranderende regelgeving op nationaal en Europees niveau

Probleemcomplexiteit
- Vraagstukken zijn vaak:
    - Niet eenduidig gedefinieerd
    - Multidisciplinair
    - Strategisch en toekomstgericht
- Werken met scenario's en onzekerheden i.p.v. vaste oplossingen

Procescomplexiteit
- Projecten met meerdere partners en afhankelijkheden
- Langlopende trajecten met iteratieve besluitvorming
- Balanceren tussen innovatie en regelgeving

Impactcomplexiteit
- Adviezen kunnen direct invloed hebben op:
    - Veiligheid van luchtvaart
    - Publieke acceptatie van drones
    - Beleidskeuzes en wetgeving
- Fouten of onvolledige analyses kunnen grote maatschappelijke gevolgen hebben

Geschat niveau

De meeste organisaties die wij hierover hebben geraadpleegd schatten dat deze functie zich bevindt op hbo-master of wo-niveau, NLQF niveau 7.

Wettelijke beroepsvereisten

Geen.

1.2.6 Software engineer

Werkomgeving, functienamen en functietaken

De software engineer werkt bij bedrijven die drones ontwikkelen en maken (zoals Avy B.V., Avular, Deltaquad), bij organisaties die drones inzetten bij hun activiteiten (b.v. de ANWB), bedrijven die diensten uitvoeren met drones (b.v. ABDrones, Skeye B.V.) en bij organisaties die drones zowel ontwikkelen als gebruiken (zoals de Marine).

Functienamen: software engineer, software developer, autonomous systems software engineer. Er komt een variëteit aan functienamen voor, waarbij vaak een specialisme in de functienaam wordt genoemd, zoals embedded systems, flight control, autonomy/AI en robotics.

Functietaken

Ontwikkelen van software
- Ontwerpen en implementeren van software voor drones en ondersteunende systemen
- Programmeren in talen zoals C, C++, Python, Rust of Java
- Bouwen van modules zoals:
    - flight control;
    - communicatie;
    - user interfaces (apps / ground control).

Ontwikkelen van flight control en autonomie
- Implementeren van besturingsalgoritmes (stabilisatie, navigatie)
- Ontwikkelen van autopilot functionaliteiten
- Integreren van sensoren (GPS, IMU, camera's)
- Implementeren van failsafe-mechanismen (bijv. return-to-home)

Embedded & firmware development
- Schrijven van low-level code voor microcontrollers
- Werken met real-time operating systems (RTOS)
- Hardware aansturen (motoren, ESC's, sensoren)
- Optimaliseren voor beperkte resources (CPU, geheugen, energie)

Systeemintegratie
- Integreren van verschillende softwaremodules
- Koppelen van software met hardwarecomponenten
- Samenwerken met hardware engineers, mechanical engineers en systeemarchitecten
- Debuggen van interacties tussen subsystemen

Drone communicatie en networking
- Implementeren van telemetrie en datalinks
- Ontwikkelen van protocollen voor communicatie tussen:
    - drone ↔ ground station
    - drone ↔ cloud
- Zorgen voor stabiele en veilige verbindingen

Ontwikkelen van ground control software
- Bouwen van tools voor:
    - missieplanning
    - monitoring van vluchten
    - besturing via UI of mobiele app
- Ontwikkelen van dashboards en interfaces

Testen en debuggen
- Schrijven en uitvoeren van unit tests en integratietests
- Testen in simulatieomgevingen (SITL/HITL)
- Debuggen van softwarefouten
- Valideren van gedrag onder verschillende omstandigheden

Optimaliseren en performance tuning
- Verbeteren van:
    - latency
    - energieverbruik
    - betrouwbaarheid
- Optimaliseren van real-time prestaties

Zorgen voor veiligheid en betrouwbaarheid
- Implementeren van fail-safe systemen
- Werken volgens safety-standaarden (bijv. luchtvaartnormen)
- Zorgen dat software robuust is tegen fouten en storingen

Onderhouden en uitvoeren van updates
- Updaten van bestaande software
- Bugfixes implementeren
- Nieuwe functionaliteit toevoegen
- Ondersteuning van firmware updates (OTA – over-the-air)

Documenteren
- Documenteren van:
    - code
    - architectuur
    - interfaces
- Schrijven van technische documentatie voor teamgebruik

Samenwerken in teams
- Samenwerken met:
    - hardware engineers
    - robotics engineers
    - test engineers
- Deelname aan code reviews
- Werken in Agile/Scrum teams

Vereiste kennis

Kennis van programmeren en software ontwikkeling
- Talen en paradigma's (C/C++, Python, rust, Java/Kotlin/Swift), programmeerconcepten (memory management, concurrency, data-structuren en algoritmen, event-driven programming, errorhandling en exception managment).
- Kennis van embedded systems: Microcontrollers (ARM, STM32), real-time operating systems (RTOS).
- Kennis van software architectuur: modulaire systemen, design patterns, API-ontwerp en interfacing en architecturen (embedded architectuur en client-server systemen)).
- Kennis van besturingssystemen (Linux, vaak embedded).
- Kennis van Netwerken & communicatie (basisprincipes van netwerken, draadloze communicatie, telemetrische systemen, basis security).
- Kennis van testen en kwaliteitsborging.
- Kennis van versiebeheer (Git).

Drone specifieke kennis
- Basisprincipes van aerodynamica, multirotor- en fixedwing gedrag
- Basiskennis van flight control systemen en sensoren (IMU, GPS, camera's);
- Inzicht in robotics/mechatronica en autonome systemen;
- Bekendheid met simulatieomgevingen (bijv. Gazebo, SITL).

Vereiste vaardigheden

- Ontwerpen en bouwen van betrouwbare embedded software. Vertalen van eisen naar technische oplossingen, schrijven van code, code structureren in herbuikbare modules, omgaan met systeemlogica.
- Debuggen: problemen reproduceren en isoleren, systematisch analyseren van fouten, debuggen op meerdere niveaus (code, hardware-interactie, systeemgedrag).
- Systeem denken (begrijpen hoe systemen samenhangen, overzien van afhankelijkheden, denken in termen van input-output-gedrag, integratieproblemen herkennen en oplossen).
- Real-time denken (inschatten van timing- en latency-eisen, prioriteren van taken, vermijden van race conditions en timing bugs).
- Integratievaardigheden (software koppelen aan hardware, werken met datastructuren van sensoren, integreren van externe libraries en systemen, samenvoegen van code van meerdere ontwikkelaars).
- Testen en kwaliteitsbewaking (testcases opstellen, automatiseren van tests, valideren van software in verschillende scenario's, edge cases identificeren).
- Technische communicatievaardigheden (technische concepten duidelijk uitleggen, afstemmen met hardware engineers en systeemarchitecten, documenteren van beslissingen en ontwerpen).
- Samenwerken (werken in multidisciplinaire teams, feedback geven en ontvangen (code reviews), gezamenlijk problemen oplossen, afstemmen van interfaces en verantwoordelijkheden).
- Lerend vermogen (snel nieuwe technologieën begrijpen, zelfstandig kennis opbouwen, documentatie en technische bronnen effectief gebruiken).
- Optimalisatievaardigheden (verbeteren van performance, reduceren van energieverbruik, code vereenvoudigen zonder functionaliteit te verliezen).

Gewenst gedrag

In deze rol is gedrag net zo belangrijk als technische kennis, omdat software direct invloed heeft op fysieke systemen.

- Nauwkeurigheid en kwaliteitsbewustzijn: Precies en gestructureerd werken, eigen werk grondig testen voordat het wordt gedeeld.
- Verantwoordelijkheidsgevoel: Neemt eigenaarschap over code en systemen, is zich bewust van de veiligheidsimpact van beslissingen, denkt vooruit: "wat gebeurt er als dit faalt?", durft risico's te benoemen en mitigaties voor te stellen.
- Proactiviteit en initiatief: Signaleert problemen vóórdat ze escaleren, komt met verbetervoorstellen (code, architectuur, processen), zoekt actief naar optimalisaties en robuustere oplossingen.
- Analytische en kritische houding: Denkt in oorzaak-gevolg relaties binnen complexe systemen, stelt aannames ter discussie, ean abstracte problemen vertalen naar concrete oplossingen.
- Samenwerkingsgerichtheid: Werkt effectief samen met hardware engineers, systeemarchitecten, test engineers. Stemt verwachtingen en interfaces duidelijk af en staat open voor feedback (en geeft die constructief).
- Doorzettingsvermogen: Blijft doorzoeken bij moeilijk reproduceerbare bugs, kan omgaan met lange debugcycli, blijft gestructureerd werken onder druk.
- Leergierigheid en adaptiviteit: Houdt kennis up-to-date (nieuwe tools, frameworks, hardware), past zich aan nieuwe technologie en projectvereisten aan, leert snel nieuwe systemen en codebases begrijpen.
- Besluitvaardigheid: Neemt onderbouwde technische beslissingen, kan afweging maken tussen performance, veiligheid, ontwikkeltijd, weet wanneer "goed genoeg" voldoende is (engineering trade-offs).

Verantwoordelijkheden

- Verantwoordelijkheid voor softwarekwaliteit: Is verantwoordelijk voor de correctheid, robuustheid en onderhoudbaarheid van de ontwikkelde software, borgt dat code voldoet aan afgesproken standaarden en richtlijnen, zorgt ervoor dat wijzigingen geen ongewenste neveneffecten veroorzaken.
- Verantwoordelijkheid voor veiligheid en betrouwbaarheid: Is verantwoordelijk voor het veilig functioneren van software binnen een fysiek systeem, borgt dat software geen onveilige situaties veroorzaakt (bijv. instabiliteit, verlies van controle), signaleert en adresseert risico's in het systeemgedrag.
- Verantwoordelijkheid voor systeemintegratie: Draagt verantwoordelijkheid voor het correct samenwerken van software met hardware en andere softwarecomponenten, borgt consistente en stabiele interfaces tussen subsystemen.
- Verantwoordelijkheid voor testbaarheid en validatie: Is verantwoordelijk voor het aantoonbaar correct functioneren van software.
- Verantwoordelijkheid voor performance en efficiëntie: Zorgt dat software voldoet aan real-time eisen en prestatiecriteria, verantwoordelijk voor efficiënt gebruik van CPU, geheugen en energie. Voorkomt bottlenecks en ongewenste latency.
- Verantwoordelijkheid voor lifecycle en onderhoud: Is verantwoordelijk voor de duurzame inzetbaarheid van de software (onderhoudbaarheid, uitbreidbaarheid, stabiliteit op lange termijn).
- Verantwoordelijkheid voor documentatie en overdraagbaarheid: Borgt dat software en architectuur begrijpelijk en overdraagbaar zijn, zorgt voor adequate documentatie en maakt het mogelijk dat anderen de software kunnen onderhouden en uitbreiden.
- Verantwoordelijkheid binnen het team: Neemt verantwoordelijkheid voor actieve en constructieve bijdrage aan het teamresultaat, draagt bij aan gezamenlijke technische beslissingen, zorgt voor duidelijke communicatie over voortgang, risico's en problemen en ondersteunt kennisdeling en (bij senior rollen) ontwikkeling van collega's.
- Verantwoordelijkheid voor technische keuzes: Is verantwoordelijk voor het maken van onderbouwde technische beslissingen.

Verantwoordelijkheid voor probleemoplossing: Neemt eigenaarschap over het identificeren, analyseren en oplossen van technische problemen.

Complexiteit van de functie

De complexiteit is structureel hoog en bestaat uit meerdere lagen:

Multidisciplinaire complexiteit

- Werkt op het snijvlak van:
    - software engineering
    - embedded systems
    - elektronica
    - fysica (vliegen)
- Vereist begrip van systemen buiten het eigen vakgebied

Real-time en timing complexiteit
- Software moet reageren binnen milliseconden
- Fouten ontstaan vaak door:
    - verkeerde timing
    - race conditions
- Moeilijk te debuggen omdat gedrag afhankelijk is van timing

Systeemcomplexiteit
- Bestaat uit meerdere afhankelijkheden:
    - flight control
    - sensoren
    - communicatie
    - ground systems
- Kleine wijziging kan kettingreacties veroorzaken

Veiligheidskritische complexiteit
- Software kan direct fysieke impact hebben
- Moet bestand zijn tegen:
    - hardwarefouten
    - signaalverlies
    - onverwachte situaties
- Vereist defensief programmeren en foutafhandeling

Resource-beperkingen
- Beperkt:
    - geheugen
    - CPU-capaciteit
    - batterij
- Vereist efficiëntie op laag niveau (optimalisatie essentieel)

Onvoorspelbare operating environment
- Werkt in de echte wereld:
    - wind
    - temperatuur
    - verstoringen
- Software moet robuust zijn tegen variabele omstandigheden

Evoluerende technologie
- Snel veranderend veld:
    - nieuwe sensoren
    - nieuwe AI-methoden
- Continue noodzaak tot leren en aanpassen

Complexiteit in debugging
- Problemen zijn vaak:
    - moeilijk reproduceerbaar
    - afhankelijk van meerdere factoren
- Vereist diep inzicht en systematische aanpak

Geschat niveau
Bij de geraadpleegde organisaties komen software engineers voor op mbo-, hbo- en wo-niveau.

Drones voor grootschalig gebruik, zoals bij defensie, moeten volgens de deskundigen voor lage kosten te onderhouden en simpel te programmeren zijn. Standaard software voor data en flightcontrol voor dit segment kan volgens de deskundigen gedaan worden door ontwikkelaars op mbo niveau 4 (NLQF niveau 4).

Als het gaat om het ontwikkelen van nieuwe toepassingen vinden bedrijven het vooral belangrijk dat de softwareontwikkelaar de juiste ervaring heeft en de juiste systemen en programmeertalen kent. De software ontwikkelaar vindt een technische oplossing voor een vraag van een klant. Op dit niveau zijn met name software ontwikkelaars actief op hbo Ba, hbo Ma en wo Ma-niveau.

De meeste deskundigen verwachten dat het genereren van software in de toekomst steeds meer met AI zal gebeuren. Dat zal betekenen dat het ontwikkelen minder tijd gaat kosten en dat er meer behoefte ontstaat aan mensen die met AI software kunnen ontwikkelen.

Wettelijke beroepsvereisten
Voor de functie software engineer gelden geen wettelijke beroepsvereisten. De software engineer heeft in het werk wel te maken met regelgeving op het gebied van productveiligheid en certificering De ontwikkelaar die software ontwikkelt voor commerciële drones of veiligheidskritische systemen (bijv. inspectie, delivery, defensie) heeft te maken met de geldende regelgeving voor de betreffende terreinen, zoals de CE-markering (productveiligheid), luchtvaartnormen (bijv. EASA) en cybersecurity-eisen. Echter dit zijn eigen aan het systeem of het product dat de beroepsbeoefenaar maakt, niet verbonden aan de beroepstitel.

1.2.7 Data-analist

Werkomgeving, functienamen en functietaken
De data-analist houdt zich bezig met het verzamelen, verwerken en interpreteren van data die door drones wordt verzameld en met het opleveren van (een deel van) het eindresultaat aan de opdrachtgever. De data waar het om gaat lopen uiteen. Het kan gaan om beeldmateriaal, sensor-gegevens of geo-informatie (fysieke objecten zoals wegen en gebouwen, gewassen, artefacten zoals leidingen, kabels of informatie ten behoeve van navigatie).

De data-analist kan werken bij bedrijven in de drone-industrie die informatie en rapportages leveren aan opdrachtgevers. Ook bij ingenieurs en adviesbureaus werken deze data analisten. De data-analist kan ook werken bij gebruikers van de diensten van de drone-industrie, die de data analyse en verwerking zelf willen doen (bijvoorbeeld de ANWB of defensie), als onderdeel van de bedrijfsvoering of de uitoefening van de kernactiviteiten van de organisatie.

Functienamen: Software engineer data, data analist, data processor.
Functietaken van de data-analist zijn de volgende.

Ontwikkelen van software
- Ontwerpen en bouwen van software of scripts die het dataproces ondersteunen.
- Maken van tools voor dataverzameling (bijvoorbeeld systemen die automatisch gegevens opslaan), data-analyse (bijv. algoritmes die objecten herkennen of veranderingen detecteren).
- Automatiseren van repetitieve taken zoals het verwerken van beeldmateriaal of het genereren van rapportages.
- Testen en verbeteren van software om betrouwbaarheid en snelheid te verhogen.
- Samenwerken met ontwikkelaars of IT-specialisten om systemen te integreren.

Verzamelen van data
- Ontvangen en controleren van data die door drones is verzameld, zoals luchtfoto's, video's en sensorgegevens (bijv. warmte, hoogte of afstand).
- Afstemmen met dronepiloten over hoe en wanneer data wordt verzameld (vluchtplannen, resolutie, meetdoel).
- Controleren of de data volledig, van voldoende kwaliteit en geschikt is voor analyse.
- Indien nodig helpen bij het verbeteren van de dataverzameling, bijvoorbeeld door betere instellingen of meetmethodes voor te stellen.

Opschonen en voorbereiden van data
- Controleren van datasets op fouten, ontbrekende waarden of ruis (bijv. vervormde beelden of onnauwkeurige metingen).
- Bewerken en structureren van data zodat deze geschikt is voor analyse (data "klaarmaken").
- Samenvoegen van verschillende databronnen, zoals dronebeelden, GPS-data en bestaande kaarten.
- Zorgen voor goede opslag en documentatie van data.

Analyseren van data
- Interpreteren van dronebeelden en meetgegevens om betekenisvolle informatie eruit te halen.
- Toepassen van analysetechnieken om patronen, afwijkingen of veranderingen te ontdekken (bijv. schade, groei, verzakking).
- Gebruik van tools zoals GIS-software, programmeertalen (Python) en AI-technieken.
- Vertalen van ruwe data naar concrete inzichten die bruikbaar zijn voor projecten.

Omzetten naar kaarten en modellen
- Verwerken van dronebeelden tot orthofoto's (nauwkeurige luchtkaarten).
- Opbouwen van 3D-modellen van landschappen, gebouwen of infrastructuur.
- Toepassen van geodesie en GPS om nauwkeurige plaatsbepaling te garanderen.
- Controleren of modellen correct en bruikbaar zijn voor verdere toepassingen (bijv. bouw of inspectie).

Visualiseren van resultaten
- Presenteren van data in begrijpelijke vormen zoals grafieken, dashboards of interactieve kaarten.
- Maken van visuele analyses die eenvoudig te interpreteren zijn door klanten of collega's zonder technische achtergrond.
- Gebruik van tools om inzichten duidelijk en aantrekkelijk weer te geven.

Rapporteren en adviseren
- Opstellen van duidelijke rapporten met uitleg, conclusies en aanbevelingen.
- Vertalen van technische analyses naar praktische adviezen voor opdrachtgevers.
- Ondersteunen van besluitvorming, bijvoorbeeld bij bouwprojecten, onderhoud of landbouwbeheer.
- Presenteren van resultaten aan klanten, collega's of management.

Kwaliteitscontrole
- Controleren van de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de data en analyses.
- Vergelijken van resultaten met andere meetmethodes of referentiegegevens.
- Signaleren van fouten en voorstellen doen voor verbeteringen in het proces.
- Zorgen dat het eindresultaat voldoet aan de gestelde eisen en normen.

Samenwerken
- Werken in multidisciplinaire teams met o.a. dronepiloten, ingenieurs, GIS-specialisten en softwareontwikkelaars.
- Overleggen met klanten om wensen en doelen duidelijk te krijgen.
- Afstemmen van werkzaamheden binnen projecten om efficiënt te werken.

Vereiste kennis
- Programmeerkennis: ervaring met talen zoals Python, R of JavaScript, kennis van libraries voor data-analyse (bijvoorbeeld pandas, NumPy), basiskennis van softwareontwikkeling en automatisering.
- Data-analyse en statistiek: begrip van statistische methodes en analysetechnieken, data interpreteren en conclusies trekken, kennis van datamodellen en datasets.
- GIS en geodesie: Kennis van Geografische Informatiesystemen (GIS), begrip van coördinatensystemen, kaarten en plaatsbepaling, basiskennis van geodesie (aardmetingen en GPS).
- Drone- en sensortechnologie: Inzicht in hoe drones werken en data verzamelen, dennis van sensoren zoals camera's, LiDAR en thermische sensoren.
- Dataverwerking en databases: Weten hoe je data opslaat en beheert, kennis van databases en datastructuren, begrip van datakwaliteit en databeveiliging.
- Toepassingskennis (sectorgericht): Basiskennis van het werkveld (bijv. bouw, landbouw, milieu, defensie), begrijpen wat klanten nodig hebben en hoe data daarbij helpt.

Vereiste vaardigheden

- Analytisch denken: Problemen kunnen ontleden en logisch oplossen, patronen en afwijkingen herkennen in grote datasets.
- Nauwkeurigheid en oog voor detail: Zorgvuldig werken met meetgegevens, fouten opsporen en corrigeren.
- Technische vaardigheden: Werken met analyseprogramma's en softwaretools, zelf tools of scripts ontwikkelen voor dataverwerking en analyse, data automatiseren en processen efficiënter maken.
- Probleemoplossend vermogen: Creatief zoeken naar oplossingen bij dataproblemen, nieuwe methodes bedenken om betere analyses te maken
- Communicatievaardigheden: Complexe informatie duidelijk uitleggen, resultaten presenteren aan niet-technische gebruikers, helder rapporteren en adviseren.
- Samenwerken: Werken in teams met verschillende specialisten, afstemmen met collega's en opdrachtgevers.
- Zelfstandigheid en initiatief: Zelfstandig taken uitvoeren en verantwoordelijkheid nemen, verbeteringen voorstellen en nieuwe ideeën aandragen.
- Leergierigheid: Op de hoogte blijven van nieuwe technologieën (AI, drones, software), bereid zijn om continu nieuwe kennis en skills te ontwikkelen.

Gewenst gedrag

Nauwkeurig en zorgvuldig werken
- Werkt precies en let goed op details
- Controleert data en resultaten om fouten te voorkomen
- Neemt verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van het werk

Analytisch en kritisch denken
- Denkt logisch en gestructureerd
- Stelt vragen bij data en resultaten ("klopt dit wel?"), durft aannames te controleren en conclusies kritisch te beoordelen

Probleemoplossend en proactief
- Zoekt actief naar oplossingen bij problemen
- Komt met verbeterideeën voor analyses, software of processen

Leergierig en flexibel
- Staat open voor nieuwe technieken en ontwikkelingen (zoals AI en drones)
- Blijft zichzelf ontwikkelen
- Past zich gemakkelijk aan nieuwe situaties of projecten aan

Samenwerkingsgericht
- Werkt goed samen met verschillende collega's (piloten, engineers, klanten)
- Luistert naar anderen en deelt kennis
- Draagt bij aan een positieve werksfeer

Communicatief vaardig
- Legt complexe informatie duidelijk, begrijpelijk en overtuigend uit
- Past communicatie aan op het niveau van de doelgroep

Verantwoordelijk en betrouwbaar
- Komt afspraken na
- Gaat zorgvuldig om met data en vertrouwelijke informatie
- Werkt zelfstandig en houdt overzicht over taken

Resultaatgericht
- Werkt doelgericht naar een bruikbaar en praktisch toepasbaar eindresultaat
- Houdt rekening met deadlines en projectdoelen

Verantwoordelijkheden

Kwaliteit van data en analyses
- Verantwoordelijk voor het leveren van nauwkeurige en betrouwbare data
- Zorgen dat resultaten voldoen aan gestelde kwaliteitseisen

Verwerking en beheer van data
- Zorgen voor een goede verwerking, opslag en organisatie van data
- Bewaken van datakwaliteit en dataveiligheid
- Zorgvuldig omgaan met vertrouwelijke informatie

Ontwikkeling en onderhoud van software
- Verantwoordelijk voor het ontwikkelen en verbeteren van tools en scripts
- Zorgen dat software voor dataverzameling en analyse goed functioneert
- Onderhouden en optimaliseren van bestaande systemen

Opleveren van bruikbare inzichten
- Vertalen van data naar duidelijke conclusies en aanbevelingen
- Zorgen dat resultaten praktisch toepasbaar zijn voor klanten of projecten
- Ondersteunen van besluitvorming met betrouwbare informatie

Rapportage en communicatie
- Tijdig en duidelijk rapporteren van bevindingen
- Zorgen dat complexe informatie begrijpelijk wordt gemaakt

Samenwerking binnen projecten
- Actief bijdragen aan projectteams
- Afstemmen met dronepiloten, engineers en andere specialisten
- Verantwoordelijkheid nemen voor het eigen deel van het project

Verbeteren van processen
- Signaleren van inefficiënties in dataverzameling en analyse, verbeteringen voorstellen.
- Bijdragen aan innovatie binnen het bedrijf

Naleven van regels en richtlijnen
- Werken volgens geldende wet- en regelgeving (bijv. privacy en datagebruik)
- Zorgen dat projecten volgens afgesproken procedures verlopen

Complexiteit

Combinatie van verschillende vakgebieden
De functie is complex omdat je kennis nodig hebt van meerdere disciplines tegelijk: Data-analyse en statistiek, programmeren en softwareontwikkeling, GIS en geodesie (plaatsbepaling en kaarten), drone- en sensortechnologie

Werken met grote en complexe datasets
- Drone-data bestaat vaak uit zeer grote bestanden (beelden, video, 3D-data).
- Data kan onvolledig, ruisgevoelig of lastig te verwerken zijn.
- Het vereist vaardigheden om deze data goed te structureren en analyseren.

Hoge eisen aan nauwkeurigheid
Kleine fouten in data kunnen grote gevolgen hebben (bijv. bij bouwmetingen). Resultaten moeten vaak zeer precies zijn (centimeter- of millimeterniveau).

Probleemoplossend en analytisch werk
- De data analist krijgt niet altijd kant-en-klare data of duidelijke opdrachten.
- De data analist moet zelf problemen herkennen, analyseren en oplossingen bedenken.

Ontwikkelen en gebruiken van software
- Ontwikkelt vaak zelf software of scripts.
- Automatiseert processen en verbetert systemen.

Vertalen van technische data naar praktijk
- Je moet complexe analyses omzetten naar begrijpelijke informatie.
- Resultaten moeten bruikbaar zijn voor klanten zonder technische achtergrond.

Dynamische en innovatieve werkomgeving
De drone-sector ontwikkelt zich snel (nieuwe technologieën zoals AI en sensoren). De data analist moet continu blijven leren en aanpassen

Geschat niveau
Het niveau van dit werk is doorgaans hbo-bachelor niveau, NLQF niveau 6. Vaak is een inhoudelijk specialisme nodig, zoals data science, geo-informatie / GIS, ICT of Software Engineering of technische studies (bijv. Civiele Techniek).

Ook hbo-master (NLQF-niveau 7) komt voor, met name bij meer specialistische of onderzoekgerichte rollen, zoals geavanceerde AI-analyses, wetenschappelijk onderzoek en complexe modelleringen.

Op mbo-4 niveau kunnen mensen in de omgeving van deze functie werken, meestal in een ondersteunende rol, zoals het voorbereiden of verwerken van data.

Wettelijke beroepsvereisten

Geen.

1.2.8 Operations

Werkomgeving, functienamen en functietaken

Werkomgeving

Medewerkers die taken uitvoeren op het gebied van operations kunnen werken bij verschillende soorten organisaties:

- organisaties die diensten uitvoeren met drones, zoals inspecties van infrastructuur, mapping en landmeting, filmproducties et cetera. Hier werken drone pilots, mission planners en data-operators.
- defensie en verschillende onderdelen daarbinnen gebruiken drones voor verkenning, surveillance, doelaanwijzing, realtime inzicht voor commandanten, search and rescue, grensbewaking, crowdcontrol,.
- energie- en infrastructuurbedrijven, zoals energieleveranciers, telecombedrijven, rail- en wegverkeer. Deze organisaties voeren inspecties aan hun assets uit met drones.
- landbouwbedrijven, die drones gebruiken voor gewasmonitoring, gewasverzorging en analyse van de bodem en de gezondheid van de planten.
- overheid/de publieke sector. Hier worden drones onder andere gebruikt voor veiligheid en toezicht.
- bedrijven die drones inzetten voor transport, bijvoorbeeld voor medische leveringen.
- Engineering- en bouwbedrijven gebruiken drones voor het monitoren van gebouwen/bouwactiviteiten, 3D-mapping van projecten en inspecties van bouwplaatsen.
- Milieu- en onderzoeksorganisates gebruiken drones voor het monitoren van flora, fauna en klimaat.

Functienamen

Mission planner, Flight Operations Planner, Drone Pilot, Remote Pilot, UAV Pilot, Drone Operator, Remote Operator, data-operator, Drone Operations Controller.

Functietaken

In de drone-industrie verwijst “operations” (operaties) naar alles wat nodig is om dronevluchten veilig, compliant en efficiënt uit te voeren. Dit omvat zowel de voorbereiding, uitvoering als nazorg van missies. Hierbij horen de onderstaande functietaken.

Vluchtplanning & missievoorbereiding

- Opstellen van vluchtplannen (route, hoogte, waypoints)
- Analyse van luchtruim (bijv. no-fly zones, CTR’s rond luchthavens)
- Weersvoorspellingen controleren (wind, regen, zicht)
- Risicoanalyse uitvoeren (SORA binnen EU-regelgeving)
- Vergunningen en toestemming aanvragen bij autoriteiten

Drone-operaties uitvoeren (flight operations)
- Besturen van drones (handmatig of geautomatiseerd)
- Monitoring van vluchtparameters (batterij, GPS, telemetrie)
- Live toezicht houden op veiligheid tijdens de missie
- Communicatie met teamleden (visual observers, ATC indien nodig)
- Naleven van regelgeving (bijv. EASA rules in Europa)

Onderhoud & technische operaties
- Inspectie en onderhoud van drones (preventief en correctief)
- Firmware updates en kalibratie van sensoren (camera, LiDAR)
- Batterijbeheer en laadcycli monitoren
- Reparaties uitvoeren of coördineren met leveranciers

Data-operaties & verwerking
- Verzamelen van data (video, foto's, thermische beelden, mapping data)
- Data uploaden en opslaan (cloud of lokaal)
- Eerste kwaliteitscontrole van de verzamelde data
- Overdracht naar data-analisten of klanten
- Soms: basisanalyse (bijv. orthomosaics, 3D-modellen)

Crew management & training
- Inplannen van piloten en operators
- Training en certificering (bijv. EU A1/A3, A2 of specific category)
- Veiligheidsbriefings en SOP's (Standard Operating Procedures)
- Evaluatie van prestaties en incident reporting

Safety & compliance
- Implementatie van veiligheidsprotocollen
- Incident- en bijna-incidentrapportage
- Audits en compliance checks (intern en extern)
- Risicomanagement en mitigatie (SORA, operationele beperkingen)

Logistiek & resource management
- Transport van drones en equipment naar locaties
- Voorraadbeheer (onderdelen, batterijen, payloads)
- Planning van meerdere operaties tegelijk (fleet management)
- Planning van locaties en tijdslots

Operationele optimalisatie
- Analyseren van operationele prestaties (efficiëntie, kosten)
- Verbeteren van workflows en automatisering
- Implementatie van nieuwe technologie (BVLOS operaties, AI)
- Schalen van operaties (bijv. drone deliveries, inspecties op grote schaal)

Remote operations & BVLOS (geavanceerd)
- Besturen van drones buiten zicht (Beyond Visual Line of Sight)
- Gebruik van command & control systemen
- Integratie met UTM-systemen (Unmanned Traffic Management)
- Monitoring van meerdere drones tegelijk

De taken kunnen gegroepeerd zijn in verschillende functies of worden uitgevoerd door één medewerker.

1. Uitvoerende functies
- Drone Pilot, remote pilot
- Payload Operator

2. Ondersteunende functies
- Mission Planner
- Flight operations planner
- Drone Technician
- Data Specialist

3. Coördinerende functies
- Operations Controller (toezicht en monitoring van vluchten vanuit een control center, beslissingen nemen bij incidenten, belangrijk bij BVLOS)
- Fleet Manager
- Logistics Coördinator

4. Strategisch / management
- Operations Manager
- Safety & Compliance Officer
- BVLOS/UTM Specialist

Vereiste kennis
Voor de operationele functies in de drone-industrie (zoals pilot, planner, technician, operations manager, etc.) is een combinatie nodig van technische, operationele, veiligheids- en domeinspecifieke kennis. Hieronder volgt een overzicht van de belangrijkste kennisgebieden.

Luchtvaart- en regelgevingkennis
Nodig voor vluchtplanning, uitvoering van operaties en Safety & compliance, vooral belangrijk voor pilots, planners en compliance officers.
- EASA drone-regelgeving (Open / Specific / Certified categorie)
- Luchtruimstructuur (CTR's, no-fly zones)
- SORA (risk assessments)
- NOTAMs en luchtvaartcommunicatie
- Procedures voor vergunningen

Meteorologie (weerkennis)
Nodig voor missieplanning en veilig vliegen, cruciaal voor pilots en operation planners:
- Wind (snelheid, turbulentie)
- Zichtcondities en wolken
- Neerslag en temperatuur
- Effect van weer op droneprestaties

Drone- en systemenkennis (technisch)
Nodig voor operaties uitvoeren, onderhoud, troubleshooting, belangrijk voor pilots, technicians, engineers.
- Dronehardware (motoren, sensoren, batterijen)
- Autopilot systemen (bijv. PX4, DJI)
- GNSS/GPS en positioning
- Communicatie (RF-links, datalinks)
- Payloads (camera, LiDAR, thermal)

Mission planning & navigatie
Nodig voor: vluchtplanning, efficiënte operaties, belangrijk voor mission planners, pilots.
- Flight planning software (bijv. DJI Pilot, UgCS)
- Waypoint planning en mapping grids
- Geofencing
- Kaartlezen en coördinatensystemen
- Obstakelvermijding en route-optimalisatie

Safety management & risicobeheer
Nodig voor Veilig opereren en compliance, belangrijk voor operations manager, safety officer, pilots.
- Safety Management Systems (SMS)
- Risicoanalyse (SORA, mitigaties)
- Incident reporting
- Human factors (besluitvorming, vermoeidheid)
- Emergency procedures

Operationele uitvoering (flight operations)
Nodig voor daadwerkelijke dronevluchten, belangrijk voor pilot, operations controller.
- Vliegvaardigheden (handmatig/autonoom)
- Crew Resource Management (CRM)
- Communicatie tijdens operaties
- Procedures voor VLOS en BVLOS
- Gebruik van control stations

Onderhoud & engineering
Nodig voor betrouwbaarheid van drones, belangrijk voor drone technicians, engineers.
- Preventief en correctief onderhoud
- Diagnoses stellen
- Firmware updates
- Batterijbeheer (LiPo veiligheid)
- Kalibratie van sensoren

Data & analyse kennis
Nodig voor data-operaties en klantoutput, belagnrijk voor data specialists, en pilots (basisniveau).
- Fotogrammetrie (mapping, 3D-modellen)
- GIS (bijv. QGIS, ArcGIS)
- Dataverwerking en kwaliteitscontrole
- Basis beeldanalyse (inspecties)

IT & software kennis
Nodig voor geavanceerde operaties, scaling (BVLOS, multi-drone), belangrijk voor BVLOS specialisten, operations controllers.
- Drone software platforms
- Cloud storage en data management
- Netwerken en communicatieprotocollen
- UTM-systemen (traffic management)

Operationeel management & logistiek
Nodig voor coördineren van operaties, belangrijk voor operations managers, fleet managers.
- Planning & scheduling
- Resource management (mensen, drones)
- Supply chain / logistiek
- KPI's en performance monitoring
- Projectmanagement (bijv. Agile, PRINCE2)

Domeinspecifieke kennis (afhankelijk van sector)
Nodig om waarde te leveren in het betreffende domein, zoals defensie, energie, landbouw, bouw, veiligheid.

Vereiste vaardigheden
Voor de operationele taken in de drone-industrie (zoals vliegen, plannen, onderhoud, data en management) zijn vooral praktische vaardigheden (skills) nodig naast kennis.

Vlieg- en operationele vaardigheden
Nodig voor drone pilots / operators en flight operations.
- Hand-oogcoördinatie en nauwkeurig vliegen
- Snel reageren op veranderende situaties
- Situational awareness (overzicht houden)
- Multitasking (besturen + monitoren + communiceren)
- Besluitvaardigheid onder druk

Planning & organisatie
Nodig voor mission planning en operations management.
- Analytisch denken (routes, risico's inschatten)
- Plannen en structureren van operaties
- Prioriteiten stellen
- Probleemoplossend vermogen
- Tijdmanagement

Technische vaardigheden
Nodig voor, onderhoud, troubleshooting en systeemgebruik.
- Technisch inzicht (hoe systemen werken)
- Diagnoses stellen bij storingen
- Werken met software en configuraties
- Nauwkeurig en methodisch werken
- Basis IT-vaardigheden

Data- en digitale vaardigheden
Nodig voor data-operaties en analyse en verwerking.
- Werken met data en softwaretools (GIS, mapping)
- Data interpreteren en controleren
- Digitale systemen begrijpen
- Oog voor detail (kwaliteit van beelden/data)

Veiligheidsbewustzijn
Nodig voor alle operationele rollen
- Risico's herkennen en inschatten
- Discipline in het volgen van procedures
- Veiligheidsgericht denken
- Stressbestendigheid
- Verantwoordelijkheidsgevoel

Communicatie & teamwork
Nodig voor crew-based operations en coördinatie.
- Duidelijk communiceren (mondeling en schriftelijk)
- Samenwerken met pilots, observers en planners
- Instructies geven en ontvangen
- Afstemmen met externe partijen (bijv. klanten, ATC)

Flexibiliteit & aanpassingsvermogen
Nodig voor dynamische operationele omgevingen.
- Omgaan met onverwachte situaties (weer, storingen)
- Snel schakelen tussen taken
- Leren van nieuwe technologie
- Werken in wisselende omstandigheden (buiten, internationaal)

Besluitvorming & probleemoplossing
Nodig voor piloten, operations controllers en managers.
- Snel en goed beslissingen nemen
- Scenario's inschatten
- Creatief denken bij problemen
- Risico's afwegen

Digitale & systemen vaardigheden (geavanceerd)
Nodig voor BVLOS / control centers en high-tech operaties.
- Werken met control interfaces en dashboards
- Begrip van netwerken en communicatiesystemen
- Monitoring van meerdere drones tegelijk
- Basis automatiserings- en softwarekennis

Management & coördinatievaardigheden
Nodig voor operations manager, fleet manager.
- Leidinggeven en teamcoördinatie
- Strategisch denken
- Procesoptimalisatie
- Stakeholdermanagement
- Besluitvorming op organisatie-niveau

Context- en domeinspecifieke vaardigheden
Afhankelijk van sector (bijv. defensie, landbouw, energie), bijvoorbeeld tactisch inzicht (defensie), inspectievaardigheden (energie/infrastructuur) of analytisch kijken naar gewassen (landbouw).

Gewenst gedrag
Voor het succesvol uitvoeren van operationele taken in de drone-industrie is naast kennis en vaardigheden ook **gewenst gedrag (attitude en professioneel handelen)** cruciaal. Dit gedrag bepaalt hoe iemand met risico's, verantwoordelijkheid, techniek en samenwerking omgaat.

Veiligheidsbewust en verantwoordelijk gedrag
Drone-operaties brengen risico's met zich mee (luchtvaart, mensen, infrastructuur).
- Altijd veiligheid boven snelheid of kosten stellen
- Strikt procedures en regelgeving volgen
- Proactief risico's signaleren en melden
- Geen onnodige risico's nemen ("just culture")
- Verantwoordelijkheid nemen voor eigen handelen

Professionele discipline en nauwkeurigheid
Fouten in planning of uitvoering kunnen grote gevolgen hebben.
- Systematisch en gestructureerd werken
- Checklists gebruiken en naleven
- Oog voor detail (bijv. bij vluchtvoorbereiding of data)
- Consistent werken volgens SOP's (standard operating procedures)
- Geen shortcuts nemen

Situationeel bewust en alert handelen
De omgeving kan snel veranderen (weer, mensen, techniek).
- Continu de omgeving monitoren
- Alert zijn op afwijkingen of risico's
- Vooruitdenken ("what if"-scenario's)
- Tijdig ingrijpen bij afwijkingen
- Rust bewaren onder druk

Flexibel en adaptief gedrag
Drone-operaties zijn vaak dynamisch en onvoorspelbaar.
- Snel kunnen schakelen bij veranderende omstandigheden
- Oplossingsgericht omgaan met problemen
- Openstaan voor nieuwe technologie en werkwijzen
- Improviseren binnen veilige grenzen

Samenwerkingsgericht gedrag
Veel operaties gebeuren in teams (pilot, observer, planner).
- Actief communiceren met teamleden
- Feedback geven en ontvangen
- Elkaar ondersteunen tijdens operaties
- Respectvol omgaan met rollen en verantwoordelijkheden
- Informatie delen (geen “silo-denken”)

Heldere en assertieve communicatie
Miscommunicatie kan direct tot onveilige situaties leiden.
- Duidelijk en concreet communiceren
- Kritische informatie direct delen
- Durven ingrijpen of anderen aanspreken
- Actief bevestigen en checken (closed-loop communication)
- Professioneel communiceren met externe partijen

Leergierig en reflectief gedrag
De drone-sector ontwikkelt zich snel.
- Openstaan voor feedback en verbetering
- Leren van incidenten en fouten
- Continu ontwikkelen van kennis en skills
- Evalueren van operaties (debriefings)
- Best practices toepassen

Integriteit en compliance-minded
Dronegebruik is sterk gereguleerd en maatschappelijk gevoelig.
- Eerlijk en transparant handelen
- Regelgeving serieus nemen
- Privacy en ethiek respecteren
- Geen misbruik maken van technologie
- Correct rapporteren van incidenten

Resultaatgericht maar verantwoord
Operaties moeten efficiënt zijn, maar nooit ten koste van veiligheid.
- Doelgericht werken
- Efficiënt plannen en uitvoeren
- Balans houden tussen snelheid en zorgvuldigheid
- Klant- en missiegericht denken

Verantwoordelijkheden
Bij de operationele taken in de drone-industrie horen duidelijke verantwoordelijkheden. Deze gaan verder dan alleen het uitvoeren van taken: ze bepalen waar iemand aansprakelijk en accountable voor is in de praktijk.

Veiligheid (altijd de hoogste verantwoordelijkheid)
Veiligheid heeft altijd prioriteit boven tijd, kosten of klantwens. Dit geldt voor alle operationele rollen
- Zorgen voor een veilige vluchtuitvoering (mens, omgeving, luchtruim)
- Risico's identificeren en mitigeren vóór en tijdens operaties
- Stoppen van operaties bij onveilige omstandigheden
- Naleven van veiligheidsprocedures (SOP's, checklists)
- Melden van incidenten en near-misses

Naleving van wet- en regelgeving (compliance)
Geldt voor: pilots, planners, managers
- Werken volgens EASA-regelgeving en nationale regels
- Gebruik van juiste certificeringen en vergunningen
- Opereren binnen toegestane luchtruimrestricties
- Correcte documentatie en administratie bijhouden
- Privacy- en dataveiligheidsregels volgen

Correcte missieplanning
Geldt voor: mission planners, pilots
- Opstellen van een veilig en uitvoerbaar vluchtplan
- Controleren van luchtruim, obstakels en weersomstandigheden
- Uitvoeren van risicoanalyses (bijv. SORA)
- Zorgen dat alle middelen (drone, crew, data) klaarstaan

Veilige en professionele uitvoering van de vlucht
Geldt voor: drone pilots / operators
- Controle over de drone behouden tijdens de hele vlucht
- Monitoren van batterij, signalen en omgeving
- Ingrijpen bij afwijkingen of noodsituaties
- Correct volgen van operationele procedures
- Beschermen van mensen en eigendommen

Luchtwaardigheid en onderhoud
Geldt voor: technicians, pilots, fleet managers
- Zorgen dat drones luchtwaardig en veilig zijn
- Uitvoeren van inspecties vóór en na vluchten
- Onderhoud en reparaties correct uitvoeren
- Bijhouden van onderhoudslogs
- Verantwoord batterijbeheer

Datakwaliteit en data-integriteit
Geldt voor: pilots, data specialists
- Verzamelen van bruikbare en correcte data
- Uitvoeren van kwaliteitscontroles
- Veilig opslaan en verwerken van data
- Correcte overdracht naar klanten of systemen
- Beschermen van gevoelige informatie

Teamcoördinatie en communicatie
Geldt voor: alle rollen, vooral leidinggevenden
- Duidelijke communicatie binnen het team
- Afstemming tussen pilot, observer en planner
- Briefings en debriefings uitvoeren
- Escaleren van problemen wanneer nodig
- Zorgen voor gezamenlijke situational awareness

Beheer van middelen (fleet & resources)
Geldt voor: fleet managers, operations managers
- Beschikbaarheid van drones en equipment garanderen
- Efficiënte inzet van personeel en middelen
- Onderhoudsplanning en lifecycle management
- Kostenbewaking en optimalisatie

Risicobeheer en incidenthandling
Geldt voor: operations managers, safety officers
Verantwoordelijkheden:
- Opzetten van risk management processen
- Analyseren van incidenten en oorzaken
- Implementeren van verbetermaatregelen
- Opzetten van noodprocedures
- Rapporteren aan toezichthouders indien nodig

Operationele prestaties en kwaliteit
Geldt voor: managementrollen
- Bewaken van kwaliteit en efficiëntie van operaties
- Continu verbeteren van processen
- KPI’s en prestaties monitoren
- Klanttevredenheid waarborgen

Professionele ontwikkeling
Geldt voor: alle rollen
- Op peil houden van certificeringen en kennis
- Meegaan met technologische ontwikkelingen
- Leren van fouten en feedback

Complexiteit
De complexiteit van taken in drone-operations verwijst naar hoe moeilijk, kritisch en veelzijdig het werk is. Dit hangt af van factoren zoals omgeving, technologie, regelgeving en verantwoordelijkheid. Hieronder vind je een gestructureerd overzicht van de belangrijkste soorten complexiteit die bij deze taken horen.

Complexiteit per functieniveau

Laag tot gemiddeld (uitvoerend)
- Drone pilot (standaard operaties)
- Data collection

Complex, maar vaak binnen duidelijke kaders

Gemiddeld tot hoog (coördinerend)
- Mission planner
- Operations controller
- Technician

Meer variabelen en beslissingen

Hoog (strategisch / geavanceerd)
- Operations manager
- BVLOS specialist
- Safety/compliance officer

Complex door verantwoordelijkheid, regelgeving en systeemniveau

Soorten complexiteit

Operationele complexiteit: Hoe complexer de omgeving, hoe hoger de operationele druk.
- Werken in dynamische omgevingen (weer, obstakels, mensen)
- Gelijktijdig meerdere factoren monitoren (lucht, drone, data)
- Verschillende soorten missies (inspectie, surveillance, delivery)

Voorbeelden
- Vliegen in stedelijke gebieden vs. open terrein
- Operaties bij slecht weer of beperkte zichtbaarheid
- Coördineren van meerdere drones tegelijk

Veiligheidscomplexiteit: Fouten kunnen direct ernstige gevolgen hebben.
- Risico's voor mensen, infrastructuur en luchtruim
- Noodzaak tot snelle en juiste beslissingen

Voorbeelden:
- Vluchten boven bebouwing of evenementen
- Omgaan met technische storingen tijdens vlucht
- Noodsituaties (verlies van signaal, batterijproblemen)

Regelgevingscomplexiteit (compliance): vereist interpretatie van regelgeving én correcte toepassing.
- Strenge en soms complexe luchtvaartregels (EASA)
- Verschillende categorieën en vergunningseisen

Voorbeelden:
- SORA uitvoeren voor risicovolle operaties
- Werken in gecontroleerd luchtruim (CTR)
- Internationale operaties met verschillende regels

Cognitieve complexiteit (denken en beslissen): Vergt sterke mentale belasting en concentratie.
- Continue besluitvorming onder druk
- Tegelijk analyseren van meerdere informatiestromen

Voorbeelden:
- Afwegen: doorgaan of abort missie
- Probleem oplossen bij storingen
- Anticiperen op veranderende omstandigheden

Technische complexiteit: Complexiteit neemt toe bij high-tech en maatwerk systemen
- Werken met geavanceerde technologie
- Integratie van hardware, software en data

Voorbeelden:
- Configuratie van flight systems
- Werken met sensoren (LiDAR, thermisch)
- Troubleshooting van technische problemen

Data- en informatiecomplexiteit
- Grote hoeveelheden data verwerken en beoordelen
- Verschillende datatypes (beelden, 3D, sensordata)

Voorbeelden:
- Kwaliteitscontrole van mapping data
- Interpreteren van inspectiebeelden
- Data-integratie in systemen (GIS, AI)

Organisatorische complexiteit
- Samenwerking tussen meerdere rollen en partijen
- Coördinatie van mensen, middelen en planning

Voorbeelden:
- Afstemming tussen pilot, planner en klant
- Werken met externe stakeholders (overheid, ATC)
- Meerdere gelijktijdige projecten

Schaal- en systeemcomplexiteit (geavanceerd)
- Opereren op grotere schaal (meerdere drones, BVLOS)
- Integratie in bredere systemen (luchtverkeer)

Voorbeelden:
- Remote operations centers
- UTM-systemen (drone luchtverkeersbeheer)
- Autonome en geautomatiseerde operaties

Variabiliteit en onzekerheid: Vereist flexibiliteit en improvisatievermogen
- Onvoorspelbare factoren in de praktijk

Voorbeelden:
- Weer dat snel verandert
- Technische storingen
- Menselijk gedrag in de omgeving

Geschat niveau
Het niveau van taken in drone-operations varieert van praktisch uitvoerend (MBO) tot analytisch en strategisch (HBO).

Overzicht per niveau

MBO niveau 3 (basis uitvoerend), NLQF niveau 3

Kenmerken:
- Werkt onder begeleiding
- Volgt vaste procedures
- Beperkte zelfstandige besluitvorming

Voorbeelden van taken:
- Assisteren bij drone-operaties
- Voorbereiden van apparatuur (batterijen, checklists)
- Basisdata verzamelen (foto/video)
- Ondersteunen bij veldoperaties

Functies:
- Junior Drone Operator
- Field Assistant
- Drone Support Medewerker

MBO niveau 4 (zelfstandig uitvoerend), NLQF niveau 4

Kenmerken:
- Werkt zelfstandig binnen duidelijke kaders
- Past procedures toe en maakt kleine aanpassingen
- Heeft operationele verantwoordelijkheid

Voorbeelden van taken:
- Zelfstandig uitvoeren van dronevluchten (standaard operaties)
- Uitvoeren van pre-flight checks en basisplanning

- Basis troubleshooting
- Data verzamelen en eerste controle

Functies:
- Drone Pilot / Remote Pilot (standaard operaties)
- Drone Technician (basisniveau)
- Junior Mission Planner
- Drone Operator

HBO Bachelor (coördinerend / specialistisch) NLQF niveau 6

Kenmerken:
- Analyseert situaties en neemt beslissingen
- Coördineert operaties en anderen
- Combineert techniek, regelgeving en planning

Voorbeelden van taken:
- Complexe vluchtplanning (incl. luchtruim en risicoanalyse)
- Coördineren van operaties en teams
- Uitvoeren van SORA en compliance checks
- Data-analyse en rapportage
- Procesoptimalisatie

Functies:
- Mission Planner
- Operations Controller
- Drone Data Specialist / GIS Specialist
- Drone Technician / Engineer (meer complex)
- Fleet Manager
- Safety & Compliance Officer (medior)

HBO Master (strategisch / hoog complex) NLQF niveau 7

Kenmerken:
- Werkt op strategisch en systeemniveau
- Verantwoordelijk voor beleid, innovatie en complexe systemen
- Stuurt organisaties of grootschalige operaties aan

Voorbeelden van taken:
- Ontwerpen van operationele strategieën
- Opzetten van safety management systemen
- Integratie van drones in luchtruim (UTM/BVLOS)
- Leidinggeven aan grote teams en operaties
- Innovatie en implementatie van nieuwe technologie

Functies:
- Drone Operations Manager
- Head of Drone Operations
- BVLOS / UTM Specialist
- Senior Safety & Compliance Manager
- Program Manager Drone Operations

Samenvatting niveaus, type werk en rollen in operations

Niveau	**Type werk**	**Voorbeelden van rollen**
mbo 3	Ondersteunend, uitvoerend	Assistent, junior operator
mbo 4	Zelfstandig uitvoerend/coördinerend	Drone pilot, technician
hbo Bachelor	Coördinerend, analytisch	Planner, controller, specialist
hbo Master	Strategisch, complex	Manager, BVLOS specialist

Wettelijke beroepsvereisten
Voor de operatie van drones (piloten) is het verplicht te voldoen aan de EU regelgeving, opgesteld door EASA met betrekking tot de drone vliegbewijzen: A1/A3, A2 en de Specific categorie.

1.2.9 Drone air traffic software engineer

Werkomgeving, functienamen en functietaken
Medewerkers in deze functies komen in de Nederlandse drone-industrie niet veel voor. Daarom beschrijven we deze functie/taken alleen op hoofdlijnen.

Werkomgeving
Professionals in deze functies werken in een relatief klein maar divers ecosysteem. Het gaat om organisaties die betrokken zijn bij luchtvaart, technologie, overheid en innovatie rond drones. Voorbeelden zijn luchtverkeersleiding, technologiebedrijven en softwarebedrijven gericht op UTM en U-space platforms, onderzoeks- en kennisinstellingen, infrastructuur en mobiliteitsorganisaties (b.v. havenbedrijven), de overheid en de publieke sector.

Functienamen
- UTM Software Engineer
- U-space Engineer / Developer
- ATM Software Developer (Drone integratie)
- Drone Traffic Management Developer
- Airspace Integration Engineer
- (Senior) Systems Engineer U-space

Functietaken
Ontwikkelen van verkeersmanagementsoftware
- Ontwerpen en bouwen van software voor het coördineren van dronevluchten
- Implementeren van functionaliteit voor:
    - vluchtplanning
    - luchtvaartautorisatie
    - conflict detectie en resolutie
- Ontwikkelen van backend-systemen en services (microservices / API's)
- Programmeren van real-time toepassingen die posities en routes verwerken

Integreren van systemen en databronnen
- Koppelen van dronesystemen met:
    - U-space/UTM-platformen
    - luchtverkeersleiding (ATM) systemen
    - externe databronnen (weerdata, no-fly zones)
- Ontwikkelen en onderhouden van API's
- Zorgen voor veilige en betrouwbare data-uitwisseling
- Werken met standaarden voor interoperabiliteit

Real-time monitoring en dataverwerking
- Verwerken van live vluchtdata (posities, routes, status)
- Bouwen van systemen voor real-time tracking en controle
- Analyseren van verkeerssituaties en detecteren van conflicten
- Implementeren van event-driven en streaming architecturen

Ontwerpen van algoritmes en logica
- Ontwikkelen van:
    - routeplanning-algoritmes
    - conflictvermijdingslogica
    - automatische besluitvorming
- Optimaliseren van efficiëntie en veiligheid van verkeersstromen
- Werken met simulaties en modellen voor validatie

Waarborgen van veiligheid en compliance
- Implementeren van luchtvaartregels (EASA, U-space regelgeving)
- Ontwikkelen van safety-critical software
- Valideren en testen van systemen volgens strikte normen
- Inbouwen van fail-safe mechanismen
- Zorgdragen voor logging, auditing en traceability

Testen, simulatie en validatie
- Opzetten van testscenario's voor luchtverkeer
- Uitvoeren van:
    - simulaties
    - systeemtests
    - integratietests
- Analyseren en oplossen van fouten en risico's
- Verifiëren dat systemen veilig functioneren onder verschillende omstandigheden

Beheer en onderhoud van systemen
- Monitoren van prestaties en beschikbaarheid van systemen
- Oplossen van storingen en bugs
- Doorvoeren van updates en verbeteringen
- Onderhouden van documentatie en technische specificaties

Samenwerken met stakeholders
- Afstemmen met:
    - luchtvaartautoriteiten (bijv. LVNL)
    - beleidsmakers en toezichthouders
    - drone operators en klanten
- Vertalen van wet- en regelgeving naar technische oplossingen
- Werken in multidisciplinaire teams (software, luchtvaart, data, beleid)

Ontwerp en architectuur (senior rollen)
- Ontwerpen van systeemarchitecturen voor UTM/U-space
- Maken van keuzes in:
    - cloudinfrastructuur
    - schaalbaarheid
    - beveiliging
- Coördineren van technische ontwikkelingen
- Begeleiden van junior engineers

Innovatie en doorontwikkeling
- Onderzoeken van nieuwe technologieën (AI, autonomie, 5G)
- Verbeteren van bestaande systemen
- Bijdragen aan pilots en testprojecten (bijv. smart cities, logistiek)
- Inspelen op veranderende regelgeving

Vereiste kennis
- Softwareontwikkeling (bijv. Python, Java, C++)
- Distributed systems en cloud (Azure, AWS)
- API's en systeemintegraties
- Real-time dataverwerking
- Luchtvaart- en drone regelgeving (EASA, U-space)
- Air Traffic Management concepten
- Geografische systemen (GIS)
- Cybersecurity en safety-critical systemen

Vereiste vaardigheden
- Ontwerpen en ontwikkelen van complexe softwarearchitecturen
- Integreren van verschillende systemen en databronnen
- Probleemanalyse in real-time omgevingen
- Testen en valideren in safety-critical context
- Werken met simulaties en modellen
- Documenteren en communiceren met stakeholders

Gewenst gedrag
- Sterk veiligheidsbewustzijn
- Nauwkeurigheid en discipline
- Analytisch en oplossingsgericht denken
- Samenwerkingsgericht (engineers, luchtvaartexperts, overheid)
- Verantwoordelijk en betrouwbaar
- Flexibel en leergierig (snel veranderende regelgeving en technologie)

Verantwoordelijkheid
- Ontwikkelen van systemen die droneverkeer veilig laten verlopen
- Waarborgen van betrouwbaarheid en beschikbaarheid van systemen
- Correcte verwerking van luchtruim- en vluchtdata
- Voldoen aan wet- en regelgeving
- Minimaliseren van risico's in het luchtruim
- Bijdragen aan innovatie en verdere ontwikkeling van U-space

Complexiteit
De complexiteit van deze werkzaamheden is zeer hoog, vanwege:
- Real-time besluitvorming
- Safety-critical karakter (luchtvaartveiligheid)
- Veel systeemintegraties en afhankelijkheden
- Combinatie van software + regelgeving + luchtvaartkennis
- Continue verandering (technologie en wetgeving)

Geschat niveau
De belangrijkste instroomniveaus voor deze functies zijn de volgende.

HBO Bachelor, NLQF niveau 6 is passend bij medewerkers met een hoge zelfstandigheid en functietaken zoals:
- Ontwikkelen van softwarecomponenten
- Implementeren van functionaliteiten
- Meewerken aan integraties

HBO Master, NLQF niveau 7 past bij medewerkers in specialistische en leidinggevende rollen binnen projecten, met functietaken zoals:
- complexere probleemoplossing
- technisch ontwerp en optimalisatie
- coördinatie van deelprojecten
- Sterkere rol in innovatie en besluitvorming

WO Master (WO MA), NLQF-niveau 7 past bij mensen in complexe rollen, die werken met een hoog abstractieniveau en strategische invloed. Taken van mensen in deze rollen zijn:
- Architectuurontwerp van systemen
- Ontwikkelen van nieuwe algoritmes
- Safety-critical engineering
- Onderzoek en innovatie (bijv. AI, autonomie)

Wettelijke beroepsvereisten
Geen.

Bijlage 2. Begeleidingscommissie en geraadpleegde deskundigen

De begeleidingscommissie

Nies Oostenbrink	ROC van Amsterdam
Edwin van de Hee	ROC van Amsterdam
Thierry Tartarin	Hogeschool Saxion Hogeschool
Lennard Verhoeff	NLR
Bart Remes	TU Delft
Willemien Noordhof	MBO Raad
Karin Zoetemeyer	Dutch Drone Delta
Patrick Slaman	Ministerie van Defensie
Tamme van de Wal	WUR
Yara van Oosterhout	ROC van Amsterdam

Geraadpleegde deskundigen

Edwin van de Hee	ROC van Amsterdam
Thierry Tartarin	Hogeschool Saxion Hogeschool
Lennard Verhoeff	NLR
Bart Remes	TU Delft
Patrick Slaman	Ministerie van Defensie
Tamme van de Wal	WUR
David Dunnebier	Deltaquad
Yves Lenfert	Nest-fly
René Kaandorp	BAM
Michel Sneekes	ANWB
Kevin Woensdregt	ANWB
Elie van Mook	Holding the drones
Pieter Franken	Skeye BV
John van der Marel	Van Oord Marine ingenuity
Eric van den Nieuwendijk	Ministerie van Defensie
Jasper van der Vorst	NLR
Kees-Jan van Engelenburg	Vestas
Ellen Aartsen	KPN
Arjan van der Zouwen	Dronebotics B.V.
Daniëlle Eggen	Avy
Ralph Broeders	Avular
Remco van de Born	Airwayz
Toby Enzerink	Movingdot.nl
Luc Dubelaar	SBB
George Veerman	Curio
Pieter Jansen	Landstede MBO
Henk Lukken	Noorderpoort College
George Janssen	ROC Gilde Opleidingen
Ron Limpens	Vista College
Sjaak Visser	Noorderpoort College
Bas Frijns	Vista College
Erwin de Haan	Vonk

Roger Kuypers	Firda
Gysolt van der Sande	Yonder
Benjamin Bouwmeester	Curio
Rob Beekmans	Firda
Chris Berends	Deltion
Robin Vera	Curio
Richard de Beer	Yonder
Hilda Hendriks	Deltion